SZIE-YBL MIKLÓS ÉPÍTÉSTUDOMÁNYI KAR

SZAKDOLGOZAT

Márton Attila
2015
Építőmérnök szak

SZENT ISTVÁN
EGYETEM

Dr.Dombay Gábor PhD.
intézetigazgató, főiskolai tanár

YBL MIKLÓS ÉPÍTÉSTUDOMÁNYI KAR, BUDAPEST
Építőmérnöki Intézet
Cím: 1146 Budapest, Thököly út 74.
Tel.:+36-1-252-1270
e-mail: epitomernoki.intezet@ybl.szie.hu

SZAKDOLGOZAT KIÍRÁS
2015

Márton Attila

Nappali Építőmérnök szakos
hallgató részére

A feladat címe: Budapest, a XIII. kerület Babér utca 13-15. szám alatti mélygarázs munkatérelhatárolása

Belső konzulens: Kecskés Gábor

Külső konzulens: Dr. Móczár Balázs egyetemi docens, BMGE Geotechnika Tanszék.

A szakdolgozat beadási határideje: 2015. június 05., péntek $12^{\underline{00}}$

Budapest, 2015. április 30.

Dr. Dombay Gábor
intézetigazgató

SZENT ISTVÁN
EGYETEM

Dr.Dombay Gábor PhD.
intézetigazgató, főiskolai tanár

YBL

YBL MIKLÓS ÉPÍTÉSTUDOMÁNYI KAR, BUDAPEST
Építőmérnöki Intézet
Cím: 1146 Budapest, Thököly út 74.
Tel: +36-1-252-1270
e-mail: epitomernoki.intezet@ybl.szie.hu

Részletes feladatkiírás

Márton Attila

nappali Építőmérnök
hallgató részére

Budapest, a XIII. kerület Babér utca 13-15. szám alatti mélygarázs munkatérhatárolása című szakdolgozatához

A szakdolgozat felépítése:

1. Geotechnikai tervezési beszámoló

3. Résfal számítási melléklet

4. Réstábla kiosztási helyszínrajz

5. Jellemző résfal keresztmetszetek, csomópontok

6. Réstábla vasalási terv

7. Műszaki leírás/technológiai leírás

Budapest, 2015. április 30.

Kecskés Gábor
belső konzulens

SZENT ISTVÁN EGYETEM

YBL

YBL MIKLÓS ÉPÍTÉSTUDOMÁNYI KAR, BUDAPEST

Építőmérnöki Intézet, Geotechnika szakcsoport

SZAKDOLGOZAT

2014-15/II.

Budapesten, XIII. kerület Babér utca 13-15. szám alatt tervezett irodaépület és mélygarázs munkatérelhatárolási terve

melynek részei:

- **Geotechnikai tervezési beszámoló**
- **Statikai számítási melléklet**
- **Statikai műszaki leírás**
- **Rajzi mellékletek, tervrajzok**

készítette:

Márton Attila

tagozat: **nappali**

szak: **mélyépítő építőmérnök**

NEPTUN-kód: **DDPOSM**

belső konzulens:

Kecskés Gábor

külső konzulens

Dr. Móczár Balázs

Tatralomjegyzék:

I.	**fejezet**	**GEOTECHNILAI TERVEZÉSI BESZÁMOLÓ**	**3**
1.		MEGBÍZÁS, ADATSZOLGÁLTATÁS	4
2.		VIZSGÁLAT TÁRGYA ÉS CÉLJA	6
3.		TERVEZÉSI ADATOK, MEGRENDELŐI ADATSZOLGÁLTATÁS	6
4.		VIZSGÁLATBAN RÉSZTVEVŐK	7
5.		HELYSZÍNI VISZONYOK	7
6.		GEOLÓGIAI ADOTTSÁGOK	10
7.		TERVEZÉSI TERÜLET SZEIZMIKUS ADOTTSÁGAI ÉRZÉKENYSÉGE	11
8.		GEOTECHNIKAI KETEGÓRIA	12
9.		TEREPI VIZSGÁLATOK – TALAJFELTÁRÁS	13
10.		LABORATÓRIUMI VIZSGÁLATOK	15
11.		FÚRÁSOK ÁLTAL FELTÁRT TALAJRÉTEGZŐDÉS:	16
12.		LABORATÓRIUMI VIZSGÁLATOK, EREDMÉNYEK BEMUTATÁSA	17
13.		TALAJVÍZ ÉSZLELÉSI ADATAI; HELYZETÉNEK ÉRTÉKELÉSE	19
14.		MUNKATÉR ELHATÁROLÁS LEHETŐSÉGEI, JAVASLATOK	23
II.	**fejezet**	**STATIKAI SZÁMÍTÁSI MELLÉKLET**	**31**
1.		FELADAT ISMERTETÉSE	32
2.		FIGYELEMBE VETT SZABVÁNYOK	32
3.		SZERKEZET OSZTÁLYBA SOROLÁSA	33
4.		TALAJADOTTSÁGOK, TALAJFIZIKAI PARAMÉTEREK FIGYELEMBEVÉTELE	33
5.		FELHASZNÁLANDÓ ANYAGOK ÉS ANYAGJELLEMZŐIK	35
6.		SZÁMÍTÁSOK ALAPVETŐ SZEMPONTJAI	35
7.		IGÉNYBEVÉTELEK ÉS ALAKVÁLTOZÁSOK SZÁMÍTÁSA (GEO5)	36
8.		HATÁRÁLLAPOTOK ELLENŐRZÉSE	57
III.	**fejezet**	**STATIKAI MŰSZAKI LEÍRÁS**	**75**
1.		MEGBÍZÁS TÁRGYA	76
2.		ADATSZOLGÁLTATÁS	76
3.		HELYSZÍNI, GEOTECHNIKAI VISZONYOK	76
4.		TALAJVÍZVISZONYOK	77
5.		TERVEZÉSI KONCEPCIÓ	78
6.		ANYAGMINŐSÉGEK, ANYAGJELLEMZŐK	79
7.		KIVITELEZÉS SORÁN BETTARTANDÓ SZABVÁNYOK	79
8.		MUNKATÉR ELHATÁROLÁS SZERKEZETI KIALAKÍTÁSA	80
9.		MUNKATÉR ELHATÁROLÁS KIVITELEZÉSE	80
10.		MONITORING RENDSZER, MINŐSÉG-ELLENŐRZÉS	83
11.		MUNKAVÉDELEM	84
12.		KÖLTSÉGVETÉS	85

IV. fejezet RAJZI MELLÉKLETEK, TERVRAJZOK

1.	MINICITY OFFICE ELHELYEZKEDÉS ÉS LÁTVÁNYTERV	K-01
2.	MINICITY OFFICE -4 PINCESZIT ALAPRAJZ ÉS ÁLTALÁNOS METSZET	K-02
3.	FELTÁRÁSI HELYSZÍNRAJZ	F-01
4.	A-A FELTÁRÁSI RÉTEGSZELVÉNY	F-02
5.	B-B FELTÁRÁSI RÉTEGSZELVÉNY	F-03
6.	1. SZÁMÚ FÚRÁSSZELVÉNY	F-04
7.	2. SZÁMÚ FÚRÁSSZELVÉNY	F-05
8.	3. SZÁMÚ FÚRÁSSZELVÉNY	F-06
9.	ÁTTEKINTŐ HELYSZÍNRAJZ	RF-01
10.	RÉSFAL ALAPRAJZ ÉS METSZETEK MARKOLÁSOS ALKALMAZOTT TECHNOLÓGIA	RF-02A
11.	RÉSFAL ALAPRAJZ MARÓTÁRCSÁS ALTERNATÍV TECHNOLÓGIA	RF-02B
12.	I. JELŰ RÉSTÁBLA ARMATÚRA VASALÁSI TERVE	RF-03
13.	II. JELŰ RÉSTÁBLA ARMATÚRA VASALÁSI TERVE	RF-04
14.	III. JELŰ RÉSTÁBLA ARMATÚRA VASALÁSI TERVE	RF-05
15.	IV. JELŰ RÉSTÁBLA ARMATÚRA VASALÁSI TERVE	RF-06
16.	V. JELŰ RÉSTÁBLA ARMATÚRA VASALÁSI TERVE	RF-07
17.	VI. JELŰ RÉSTÁBLA ARMATÚRA VASALÁSI TERVE	RF-08

I. fejezet

Geotechnikai tervezési beszámoló

1. MEGBÍZÁS, ADATSZOLGÁLTATÁS

Megbízás: a talajvizsgálati jelentést és a tervdokumentációt a Szent István Egyetem, Ybl Miklós Építéstudományi Kar, Építőmérnöki Intézet, Geotechnika Szakcsoport megbízása szerint készült (továbbiakban : Megrendelő), a Dr. Móczár Balázstól (továbbiakban: Külső konzulens) kapott elvi építési engedély szintű építészeti tervek alapján.

A talajvizsgálati jelentést a Külsőkonzlens által készített, 2008 május 27-én keltezett MSZ szerint készült *Talajmechanikai szakvélemény* (forrás) alapján készítettem, annak mellékletei labor és fúrási jegyzőkönyvek felhasználásával, melyek a következők:

- helyszínrajz
- fúrásszelvények
- rétegszelvények
- szemeloszlás vizsggálatok
- közvetlen nyírókísérlet
- háromtengelyű nyomókísérlet
- kompressziós vizsgálat.

Adatszolgáltatás:

- megrendelő: Szent István Egyetem, Ybl Miklós Építéstudományi Kar, Építőmérnöki Intézet, Geotechnika Szakcsoport
- tartószerkezet tervezést végzi: Márton Attila (geotechnika szakos, végzős, építőmérnök hallgató)
- geotechnikai adatszolgáltatás jellege: geotechnikai tervezési beszámoló és tervdokumentáció
- a létesítmény geotechnikai kategóriája tartószerkezeti szempontból: 2. kategória.
- geotechnikai kategória általános: GC – 3
- létesítmény megnevezése, rendeltetése: monolit vasbeton szerkezetű pillérvázas -4 pinceszint, földszint, + 6 emeletes irodaház, és mélygarázs.
- ingatlan címe: 1131 Budapest, Babér utca 13-15.
- építmény bedoglaló mérete:51,45m x 43,20m = 2222,64m^2
- magassági fixpont
  - helye: földszinti padlóvonal
  - értéke: 105,80mBf
- ismert magassági adatok: ±0,00=105,80mBf
- rendezett terepszint alatti szintek száma: -4 szint
- legalsó padlószint mélysége: -12,30m
- rendezett terepszint feletti szintek száma: fsz. + 6 szint
- felépítmény magassága: +28,80m

- tervezett szerkezet: monolit vasbeton vázas irodaház munkatér elhatárolása horgonyzott résfal szerkezettel
- előzetes elképzelés az alapozásra: síkalap+résfal
- alapozási sík: ~-13,50m
- az alapozásra jutó becsült terhelés tervezési értéke
- sáv: nincs adat
- pillér: nincs adat
- lemez: nincs adat
- szárazsági követelmények: teljesen száraz
- feltárás módja és mélysége:
  nagy átmérőjű fúrás, fekü réteg feltárása ~5,00m mélységig
- süllyedési kritériumok:

NA1. táblázat: Az építmények szerkezetét nem károsító alakváltozások határértékei

Az építmény szerkezeti és alapozási jellemzői		Az alakváltozás jelege	Az alakváltozás határértéke	
			ha a konszolidáció	
			gyors	lassú
Építmények teherhordó vázszerkezettel	Statikailag határozatlan vasbeton vagy acélvázak	Relatív elfordulás	0,0020	
	Statikailag határozatlan vasbeton vagy acél-vázak téglával kitöltött szélső pillérsorokkal	Relatív elfordulás	0,0007	0,0010
	Statikailag határozott vázszerkezetek	Relatív elfordulás	0,0050	
Építmények teherhordó vázszerkezet nélkül	Váz nélküli nagyblokk vagy vasalatlan téglafal	Relatív lehajlás	0,0007	0,0010
		Relatív áthajlás	0,00035	0,0005
	Vasbeton, illetve acélbetétes nagyblokk vagy téglafal	Relatív lehajlás	0,0010	0,0013
		Relatív áthajlás	0,0005	0,0006
Egyszintes ipari vagy hasonló szerkezetű épületek		Relatív lehajlás	0,0010	
		Relatív áthajlás	0,0005	
Magas súlypontú merev vagy merev alapozású épületek		Billenés	0,01·*L/H*	
Darupályák (sínje)	Hosszirányban	Relatív elfordulás	0,0040	
	Keresztirányban	Relatív elfordulás	0,0030	

1.1. ábra (forrás) *MSZ EN 1997-1:2006 NA1. táblázat szerint*

2. VIZSGÁLAT TÁRGYA ÉS CÉLJA

A tervezett épület - 4 szinten alápincézett, földszint + 5 emeletes monolit vasbeton pillérvázas szerkezetű, használati funkciója alapján irodaház, amely közelítőleg 51x43m (befoglaló) méretű.

Jelen talajvizsgálati jelentés célja, hogy a rendelkezésre álló adatok alapján meghatározza a tervezési terület geotechnikai adottságait, geotechnikai tervezési paramétereket adjon az épület alapozásának tervezéséhez, valamint vizsgálja és megoldja a munkatérelhatárolási kérdéseket.

3. TERVEZÉSI ADATOK, MEGRENDELŐI ADATSZOLGÁLTATÁS

A talajvizsgálati jelentés elkészítéséhez a Megrendelő és a Külső konzulens az alábbi adatokat bocsátotta rendelkezésemre:

- Helyszínrajz
- Alaprajz -4 pince
- Alaprajz -3 pince
- Alaprajz -2 pince
- Alaprajz -1 pince
- Alaprajz Földszint
- Alaprajz +1 emelet
- Alaprajz +2 emelet
- Alaprajz +3 emelet
- Alaprajz +4 emelet
- Alaprajz +5 emelet
- Alaprajz +6 emelet
- Metszet Alépítmény
- Metszet Általános

Megjegyzés: fenti tervek az elvi építési engedély által megkívánt részletességgel, kidolgozottsággal készültek, kiviteli tervek is ennek megfelelő részleteséggel készülhetnek.

Szerkezeti adatok:

- monolit vasbeton pillérváz 4,1 - 7,0 x 5,3 – 12,0 m-es változó raszterkiosztással.
- monolit vasbeton merevítő falak a felszerkezet melléépítés felőli oldalán (végzáró falak), a Babér utca felőli szárny Dél-Nyugati oldalán (lépcsőház és lift akna, és gépészeti és füstevezető aknák - 4 szintig), valamint a pince szintek Dél-Keleti sarkában található gépjármű rámpa határoló falai.
- tervezett szintadatok:
  - +/-0,00 szint 105,80 mBf
  - - 1. szint (-3,60m) 102,20 mBf
  - munkagödör tükörszint: 92,10 mBf

4. VIZSGÁLATBAN RÉSZTVEVŐK

Megrendelő kapcsolattartója:
Kecskés Gábor (belső konzulens) SZIE – YMÉK, Építőmérnöki Intézet Geotechnika Szakcsoport (inézetigazgató-helyettes)

Geotechnikai feladatokat ellátó szervezet kapcsolattartó:
Móczár Balázs (külső konzulens) GeoExpert Kft. (ügyvezető); Budapest Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem – Geotechnika Tanszék (docens)

Talajfeltárási munkáat végző alvállalkozó:
Lénárd Miklós Ferenc Lénárd Geotechnika Bt. (ügyvezető)

Talajmechanikai laboratóriumi vizsgálatokban rélsztvevők:
Némethy Ferenc Budapest Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem – Geotechnika Tanszék (laboráns)

Talajvíz akreditált vízanalítikai vizsgálatát végző alvállalkozó:
Némethy Ferenc Budapest Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem – Geotechnika Tanszék (laboráns)

5. HELYSZÍNI VISZONYOK

5.1. GEOMORFOLÓGIA

A tervezési terület Budapest XIII. kerületében a Babér, a Madarász Viktor és a Csuka utcák által, valamint egy –1 pinceszint, földszint, + 5 emeletes lakó épület által körbehatárolt telket foglal magába. A terep adottságok jó közelítéssel síknak tekinthetők, mely közelítés a teljes területen tervezett tereprendezést követően is feltételezhetjük.

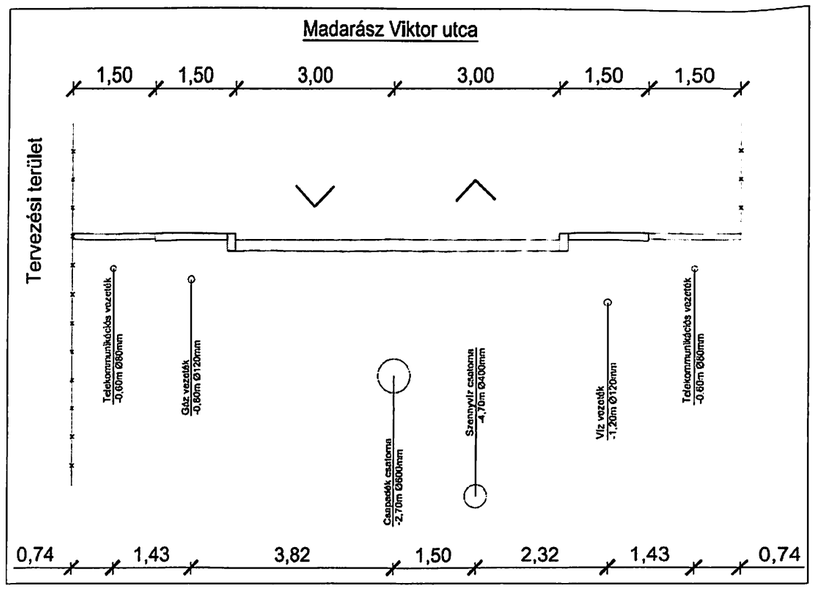
A talajfeltárások idején földszintes alápincézetlen melléképületek általak a területen, melyek mára elbontásra kerültek, jelenleg a telek teljesen üres, nincs hasznosítva.

5.2. GEODÉZIA

A fővárosi közműszolgáltatóktól és távközlési vállalatoktól beszerzett, valamint a Lechner Lajos Tudásközpont tervtárában fellelt dokumentumok alapján a tárgyalt építési helyszínen és közvetlen környezetében az alábbi közművezetékek találhatók:

- telekommunikációs adatkábelek járda alatt -0,60m
- gáz vezeték zöld sáv alatt -0,80m
- kommunális vízvezeték zöld sáv alatt -1,20m
- csapadék csatorna útpályaszerk. alatt -2,70m
- szenyvíz csatorna útpályaszerk. alatt -4,70m

Mivel a Madarász Viktor utca vezetékei futnak legmélyebben, így ezek tekinthetők mérvadónak, jellemzőnek.



5.2.1. ábra Álltalános utcai közmű keresztszelvény

Az tervezés során a közművezetékek helyzetét a munketérelhatároló szerkezetek (szegezett rézsü, és hátrahorgonyzott résfal) ideiglenes megtámasztásának konszignálása során fokozottan figyelembe kell venni.

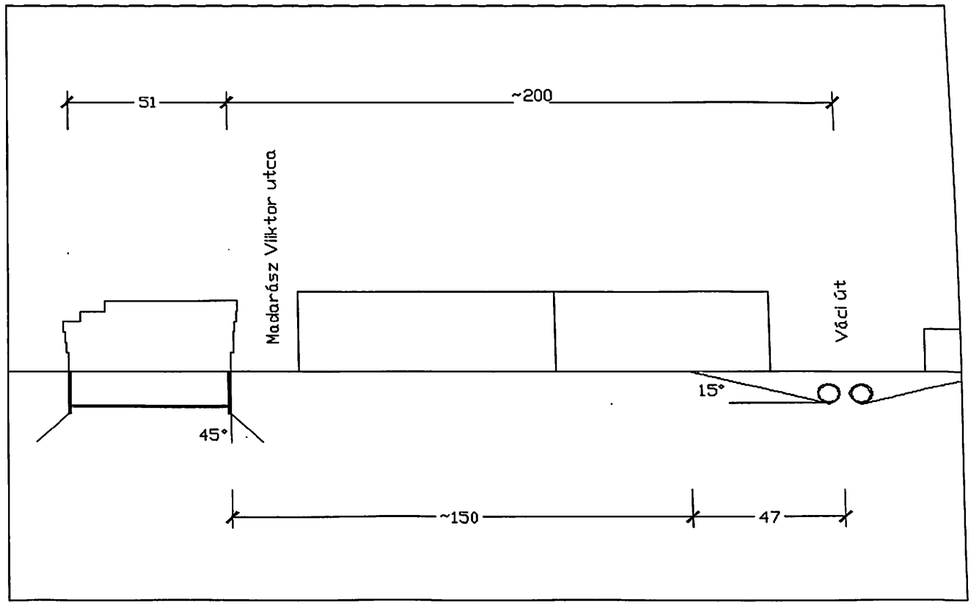
A tervezési területen kiváltandó vagy veszélyeztetett közmű vezetékek a rendelkezemre álló adatok alapján nincsenek. Kivitelezés előtt az elbontásra kerülő épületek bekötései minden ágon a befogadóig/tápvezetékig visszabontandók, visszakövetendők az nyílvántartásban nem szereplő esetleges mellékágak feltárása és kiváltása érdekében.

5.3. KÖRNYEZŐ ÉPÜLETEK

A már említett szomszédos melléépítés a Madarász Viktor és a Csuka utca felőli oldalakon található a jelenlegi tkerítéstől ~2,00m távolságban, (ám a jogi határ az épület mellett fut) funkcióját tekintve társasház (lakás). -2. pinceszint padlóvonala 100,80mBf (geotechnkiai adattár adatai alapján). A Babér és Madarász Viktor utcák sarkán lévő - 4 pinceszint, földszint, + 7 emeletes iroda épület munkatér elhatárolásánál a vízzáró alapkőzetbe befogott résfalas kizárást alkalmaztak, mely nagyságrendileg hasonló volumenű létesítmény mint az általam vizsgált, tervezett. Ezen tény, vagyis a helyszín közvetlen közelében bejáratott, sikerrel alkalmazott technológia meghatározza jelen talajvizsgálati tervezési beszámoló irányát, vagyis a beruházás megvalósíthatóságának vizsgálatát hátrahorgonyzott, befogott résfalas munkatér elhatárolás és lemezalap alkalmazásának kombinációjával.

METRÓ

A tervezési területtől légvonalban ~200m távolságban fut Budapest tömegközlekedésének egyik ütőere az M3 - Kőbánya-Kispest - Újpest-központ közlekedési tengelyen lévő - metróvonal így vizsgálni kell a létesítmények egymásra hatását.



5.3.1. *ábra* Metró és épület egymáshoz viszonyított helyzete

Épület-metró

Mivel a metró ezen szakasza a Váci út alatt a felszín közelében fut, így annak teljes keresztmetszete az épületünk becsult alapozási síkja fölött helyezkedik el. Az alapozási szempontból kedvező fekü rétegnek és a jelentős ~200m-es távolságnak köszönhetően az épület a metró alagútra és környezetére nem fejt ki többlet terhelést.

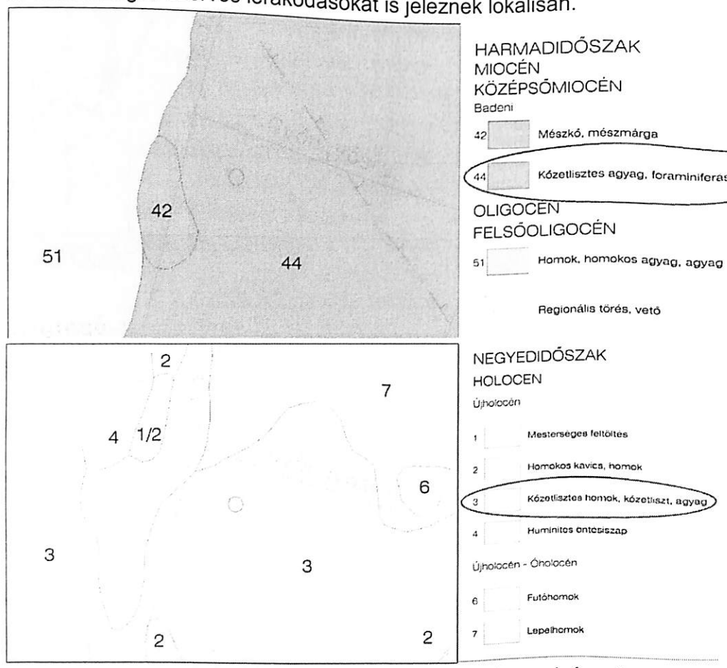
Metró-épület

Durva becslés szerint 15^0 –os túlhatási szöget feltételezve is ~150m –e kiesik a metró hatásterületéről/védőtávolságából az épület, tehát az alagútfejtés talajszerkezet-módosító hatásával és a szerelvények keltette rezgéseket a számítások során nem kell figyelembe venni.

6. GEOLÓGIAI ADOTTSÁGOK

6.1. MÉRNÖKGEOLÓGIA

A tervezési terület mérnökgeológiai szempontból alapkőzetként kezelhető képződménye a MÁFI térképsorozata alapján középsőmiocén, bádeni homoklisztes agyag, foraminiferiás agyagmárga – homokos, (homoklisztes) agyagos összlet. Az alapkőzet mélysége a korábbi fúrások alapján a környéken a 88,2 – 92,5 mBf. szintek közt változik. Az alapkőzetre a Duna teraszkavicsa (kavicsszórványos-kavicsos homok, homokos kavics) települt. Felette ártéri eredetű finomhomok és homokliszt található. A felszínt változó vastagságú mesterséges feltöltés fedi. Korábbi közeli fúrások tőzeges-szerves lerakódásokat is jeleznek lokálisan.



6.1.1. *ábra* Mérnökgeológiai térkép szelvények
(forrás: MÁFI térképszelvény tár)

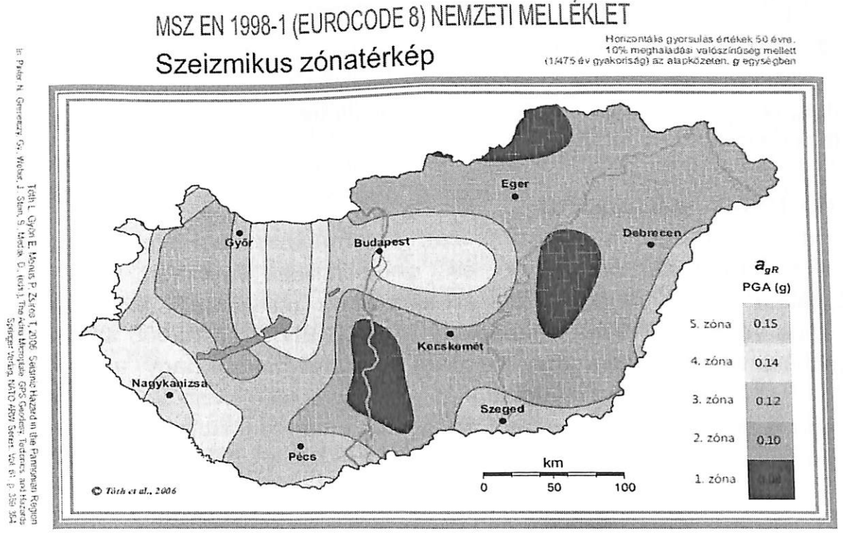
6.2. MORFOLÓGIA

A vizsgált terület morfológiailag a Pesti síkság legnyugatibb részén helyezkedik el és ezen belül a folyó jelenkori medréhez kapcsolódik amelyet feltöltéssel és tereprendezéssel, a partfal kiépítésével tettek árvízmentessé és beépítésre alkalmassá. A vizsgált terület építésföldtani viszonyai a földtani vizsgálatok alapján megközelítően ismertnek tekinthetők.

A tervezési területen az építésföldtani szempontból vett alapképződménye a középső miocénben halmozódott fel agyagos kifejlődésben, tengeri üledékként. Ez aképződmény Pest nyugati és peremi részén a Duna mentén igen elterjedt.
A felszínt a városrendezés során elhelyezett várhatóan 2-4m vastagságú mesterséges feltöltés alkotja.

7. TERVEZÉSI TERÜLET SZEIZMIKUS ADOTTSÁGAI, FÖLDRENGÉS ÉRZÉKENYSÉGE

A tervezési terület térségének mélyszerkezetét az adattári információk alapján (Lechner Lajos Todásközpont) ÉNy-DK, ÉK-DNy, és É-D irányú tektonikai törésvonalak jellemzik. Közepesen tektonizált zóna, mely viszonylagos tektonizáltsága ellenére szeizmicitását tekintve mérsékelten földrengés veszélyes.
A földrengés elleni méretezés az MSZ EN 1998-1 (EUROCODE 8.) szerinti területi magyarországi szeizmikus zónatérkép alapján végeztem.



7.1. *ábra* Magyarország szeizmikus tónatérképe EC 8 szerint
(forrás: *MSZ EN 1998-1 EC 8*)

Az EC 8 alapján Budapest teljes közigazgatási területe a 4. földrengési zónába tartozik, ahol a horizontális gyorsulás:

a_{gR}=0,14 x g, azaz **a_{gR}=0,14x9.81m/s²= 1,37m/s²**

Helyi talajkategória besorolás a szabvány táblázata alapján: **„C"**

Az Eurocode szabvány altalaj típusai

Altalaj típus	Leírás	$V_{s,30}$ (m/s)	N_{SPT} (ütés/30cm)	c_u (kPa)
A	Olyan kőzet, vagy egyéb képződmény, amelynek legfeljebb 5 m vastagságú lazább fedője van.	> 800	–	–
B	Olyan nagy tömörségű homokból, kavicsból vagy erősen konszolidált agyagból álló szilárd üledék, amely néhányszor 10 m vastag, a mélységgel fokozatosan egyre kedvezőbb mechanikai paraméterekkel jellemezhető.	360-800	> 50	> 250
C	Vastag, tömör, közepesen tömör homokból, kavicsból, vagy közepesen szilárd agyagból álló üledék, amelynek vastagsága néhányszor 10 m-től több száz méterig terjedhet.	180-360	15 - 50	70 - 250
D	Közepes és laza állapotú kohéziómentes agyagból álló (vagy egy-vagy gyengén kohéziós réteget tartalmazó) üledék, vagy döntően lágy, illetve közepesen szilárd kohéziós talajokból álló üledékek.	< 180	< 15	< 70
E	Olyan rétegsor, amely 5-20 m közötti vastagságú C vagy D típusba tartozóhoz hasonló V_s sebességgel jellemezhető fedőből és az A kategóriába tartozó feküből áll	-		
S_1	Nagy plaszticitású (PI>40), legalább 10 m vastag réteget tartalmazó, vagy teljesen abból álló nagy víztartalmú üledék	< 100	–	10 - 20
S_2	Folyásra hajlamos talajok, agyagok, és bármely a fentiekbe nem sorolható egyéb rétegsor			

7.2. *táblázat* Talajkategóriák EC 8 szerint (forrás: *MSZ EN 1998-1 EC 8*)

Az átlagos nyíróullám sebessége erre a talajtípusra v_{s30}= 180 – 360m/s közt vehető fel a szabvány táblázata szerint.

8. GEOTECHNIKAI KATEGÓRIA

Az építmény jellege, a talajkörnyezet, a természeti hatás, a kockázat, a szükséges tervezési eljárások és geotechnikai vizsgálati, felügyeleti, megfigyelési igény, valamint az alkalmazandó mélyépítési technológiákat figyelembe véve a tervezett létesítmény az MSZ EN 1997-1:2006 szerint a 3. geotechnikai kategóriába sorolható, mivel az épület mérete nagy, a természeti hatás jelentős (folytonos talajvíz áramlás), és a terhelések nem szimetrikusak.

A ketegóriába sorolás a tervezés további fázisaiban felülvizsgálandó, szükség esetén módosítandó.

geotechnikai kategória	1	2	3
építmény	kisméretű, egyszerű	hagyományos, átlagos	nagy, szokatlan
altalaj	nem kedvezőtlen	szokványos	nehéz
épített és természeti környezet	nincs veszélyeztetve	veszélyeztetése lehetséges, vizsgálandó	védelme külön intézkedéseket kíván
természeti hatás	jelentéktelen	szokványos	nagy
kockázat	kicsi	közepes	nagy
vizsgálatok	egyszerű (azonosító)	rutin labor és terepi	kiegészítő, speciális
tervezés	rutin módszerek	szokásos eljárások	speciális módszerek
speciális mélyépítési technológiák	nem alkalmaznak	alkalmaznak	alkalmaznak újszerűeket is
felügyelet, megfigyelés	szemrevételezéssel	szokványos mérések is	speciális mérések is
példák	1-2 emeletes épület, 250 kN, 100 kN/m teher, gödör és támfal 2 m-ig	sík- és cölöpalap, támfal, gödör, horgony, földmunka	magas súlypontú épület, nagy tereplépcső, víztelenítés, talajjavítás, hulladéklerakók

8.1. *táblázat* Geotechnikai kategóriák *EC 7* szerint (forrás: EUROCODE 7)

9. TEREPI VIZSGÁLATOK - TALAJFELTÁRÁS

A talajvizsgálati tervezési beszámoló elkészítéséhez az Eurocode 7-2 (MSZ EN 1997-2) B mellékletének ajánlásaival összhangban, valamint a Megrendelővel egyeztetve és elfogadtatva készítettem el az előirányzott feltársi tervet annak érdekében, hogy a tervezési területről pontos adatokkal rendelkezzünk mind a talajrétegződés, mind a talajrétegek fizikai tulajdonságai tekintetében.

A feltárási tervben az alábbi feltárások kerültek kiírásra: fúrások az épület alatti talajrétegződési adottságok megismerése érdekében 3 db 20m mélységű nagyátmérőjű (fúrási átmérő 180mm) fúrást – összesen 60fm.

A fúrások 2008. május 19-20-án a helyszínrajzon feltüntetett helyeken el is készültek. A fúrások helyeit befolyásolták a helyszíni viszonyok, mivel a fúrógép mozgástere korlátolt és a feltárás idején még álltak a már tárgyalt melléképületek.

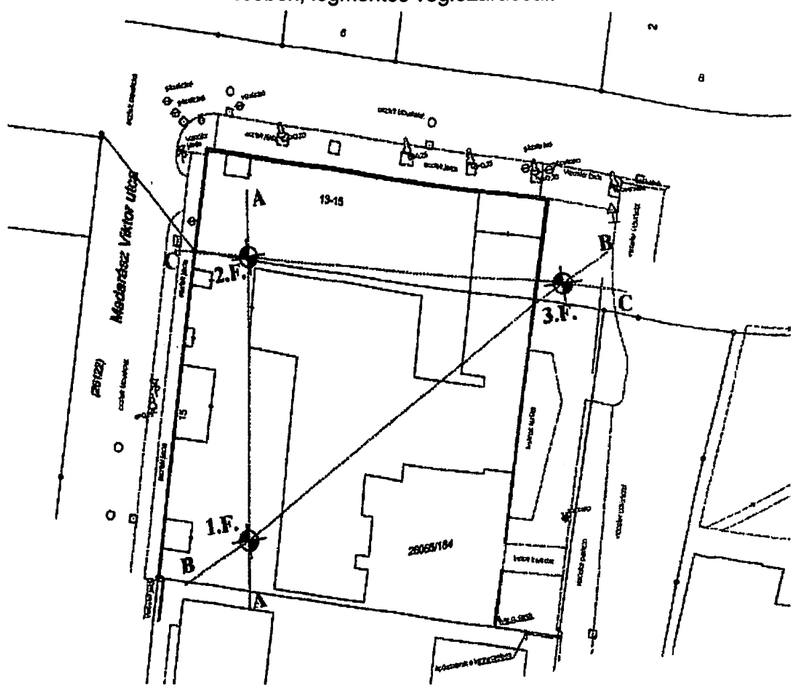
Mivel a beruházás csak az elvi építési engedélyezési szintig jutott így a fúrások adatait pontosító, a feltárási pontok számát és a vizsgálat pontosságát növelő szondázások nem történtek.

A feltárási berendezések adatai és az alkalmazott feltárási technológiák:

Fúróberendezés:

- típus: G-1 azaz hidromotorral meghajtott, nagy átmérőj önjáró gépi fúróberendezés
- fúrószerszám átmérője:
  - fúrás kezdetén: Ø 180 mm
  - fúrás befejezésekor: Ø 180 mm
- fúrószerszám: végtelen spirál Ø 180 mm

- mintavevő: dugattyús magvevő Ø 90 mm
- alkalmazott fúrástechnológia: folyadéköblítés nélküli, úgynevezett száraz geotechnikai fúrás, a feltöltésben és a szemcsés fedőképződményben Ø 180 mm-es végtelen spirál szerszámzattal, a kötött rétegben szakaszos magminta vétellel és Ø 90 mm-es magvevővel.
- mintavétel:
  - talajminták: zavart állapotú minta méterenként, illetve rétegenként zavartalan (mag) minta a szemcsé talajokból nem vehető, csak magképes homokos agyagból lehetséges magmintákat venni
  - talajvíz minta: 2 fúrásból analítikai vizsgálat céljából.
- minták konzerválása:
  - zavart állapotú minták dupla műanyag zacskóban, az eredeti nedvességtertalom megőrzésével.
  - magminták Ø 90 mm belméretű 20 cm hosszúságú PVC csőben, légmentes véglezárással.



9.1. *ábra* Fúrási helyszínrajz

Koordináták:

A feltárásol – fúrások – koordinátáit kézi GPS-el mértük, melynek pontossága ~2m. A „Z" magassági értéket azaz a Balti tenger feletti magasságot a megbízótól kapott geodéziai felmérés alapján a helyszínen mértük be becslőmikroszkópos kompenzátoros szintezőműszer segítségével.

feltárás jele	EOV koordináták			talpmélység	dátum
	Y	X	Z		
	(m)	(m)	(mBf)	m	
1.F.	652126,9	244847,0	105,90	20,0	2008.május 19.
2.F.	652134,0	244880,8	105,62	20,0	2008.május 19.
3.F.	652164,2	244868,0	105,68	20,0	2008.május 20.

9.2. táblázat Koordináta jegyzék

10. LABORATÓRIUMI VIZSGÁLATOK

A laboratóriumi vizsgálatok közül a talajminták vizsgálatát a Lénárd Geotechnikai Bt. laboratóriuzmában végezték, a talajvízminták vegyészeti, vízkémiai vizsgálatát a Budapest Műszaki Egyetem Geotechnikai Labor végezte, a nyíró, triaxiális (háromtengelyű) és kompressziós kísérletekkel együtt.

A talajmechanikai laboratóriumi vizsgálatokat és a talajok osztályozását az alábbi szabványok alapján végeztem:

MSZ EC EN ISO/TS 1789-1:2006	Geotechnikai vizsgálatok. Talajok geotechnikai vizsgálata 1. rész Víztartalom meghatározása
MSZ EC EN ISO/TS 1789-2:2006	Geotechnikai vizsgálatok. Talajok geotechnikai vizsgálata 2. rész Finomszemcsés talajok térfogat-sűrűségének meghatározása
MSZ EC EN ISO/TS 1789-4:2006	Geotechnikai vizsgálatok. Talajok geotechnikai vizsgálata 4. rész A szemeloszlás meghatározása
MSZ EC EN ISO/TS 1789-10:2006	Geotechnikai vizsgálatok. Talajok geotechnikai vizsgálata 10. rész Közvetlen nyíróvizsgálat
MSZ EC EN ISO/TS 1789-12:2006	Geotechnikai vizsgálatok. Talajok geotechnikai vizsgálata 12. rész Az atterberg-határok meghatározása
MSZ EC EN ISO 14688-1:2003	Geotechnikai vizsgálatok. Talajok azonosítása és osztályozása 1.rész Azonosítás és leírás
MSZ EC EN ISO 14688-2:2004	Geotechnikai vizsgálatok.

MSZ 14043-2:2006	Talajok azonosítása és osztályozása 1.rész Osztályozási alapelvek Geotevhnikai vizsgálatok. Talajok megnevezése talajmechanikai szempontból

A talajvíz minták vegyészeti vizsgálata során alkalmazott szabványok:

MSZ 448-22:1985	pH érték mehatározása
MSZ ISO 9280:1998	SO_4^{2-} tartalom meghatározása
MSZ 448-15:1982	Cl^- tartalom meghatározása

A tervezési helyszín szeizmicitásának értékelése:

MSZ EN 1998-1 (EUROCODE 8)	Tartószerkezetek tervezése földrengésre

11. FÚRÁSOK ÁLTAL FELTÁRT TALAJRÉTEGZŐDÉS

Az eredeti feltárások és a laborvizsgálatok (szemeloszlási görbék, fúrásszelvények, rétegszelvények) 2010 előtt az MSZ 14043-2:1979 szabvány szerinti talajmegnevezéseket, besorolásokat tartalmazták. A kapott adatok felhasználhatósága érdekében azokat az MSZ 14043-2:2006 jelenleg hatályban lévő EUROCODE-al összeegyeztetett szabvány előírásai alapján felül kell vizsgálni, vagyis a szemeloszlás gördék homokliszt rakcióját „szét kell osztani" a homok és az iszap frakciók közt a módosított szemi-logaritmikus koordináta rendszerben, majd a háromszög diagramm segítségével megnevezni a talajt.
Az EUROCODE szerinti talajbesorolást az eredeti szemeloszlási görbék alapján elvégeztem, ennek kivonatai a mellékelt fúrásszelvények.
A fúrásokkal feltárt talajrétegződést a 2 db rétegszelvény mutatja be.

A rétegszelvények jól szemléltetik, hogy a jelenlegi térszín alatt 1,30-3,10 m vastagságú mesterséges erősen heterogén településű réteg található, melyet **barna, téglatörmelékkel és salakkal vegyült kavicsos homokos feltültés** alkot. Ez a réteg az álltalános előírások szerint talajjavítás nélkül alapozásra, teherviselő rétegnek alkalmatlan, hisz a talajparaméterei gyakorlatilag modellezhetetlenek köszönhetően a tömörség, összetétel és szemmegoszlás magasfokú véletlenszerűségének.

Alatta az 1. fúrásban - ahol a legkisebb vastagságú volt a feltöltés – **szörkéssárga, iszapos fonomhomok (siSa)** található 1,80 m vastagságban, mely lokálisnak tekinthető, hisz a többi fúrásban nem volt nyoma hasonló mélységben iszapos rétegnek. A réteg közepesen tömör állapotú, így a többi réteg állapotának ismeretében nem jelenthet lokális veszélyeket.

Egységenek tekinthető, modellezhető rétegként 1,20-2,70 m vastagságban először egy **szürke kavicsszórványos homok (Sa)** jelenik meg 4,20-5,60 m mélységig. Ebben a rétegben felbukkan a (nyugalmi) talajvíz is 4,90-5,450 m mélység közt.

Hasonló vastagságú (2,4-3,0 m) **szürke, kavicsos homok (grSa)** réteg következik, 6,6-8,8 m mélységig, mely az előző rétergel egyetemben a 2. fúrásnál kissé kitüremkedik.

A következő réteg az előzőeknél nagyobb (4,6-7,6 m) vastagságú **szürke, kavicsszórványos homok (Sa)** illetve az 1. fúrásnál egy szürke, kavicsos homok réteg, mely réteg a továbbiakban együtt kezelendő a kavicsszórványos homokkal mivel talajparaméterei nagyon hasonlóakak, csupán a szemeloszlás mutat némi elhanyagolható eltérést. A réteg mélysége az agyagfeküig , vagyis 14,2-15,4 m mélységig tart.

Lokálisan a 3. fúrásban kis (1,4 m) vastagságban felbukkan egy **szürke, iszapos soványagyag (siCl)** lencse, mellyet jelentős mélységű elhelyezkedése és a laboreredmények alapján alacsony összenyomódási modulusa miatt külön érdemes figyelembe venni. Települése az előbbihez hasonlóan szintén az agyag fekü.

Vízzáró alapkőzetként 14,2-15,4 m mélységben – azaz **90,5-91,4 mBf** - feltárult a vízzáró, miocén korú **szörke agyag (Cl),** megy a 20 m-es fúrások aljáig egyöntetűen száraz, nehezen fúrható, tömör, gyakorlatilag vízzárónak mondható, jellemzően kövér agyagnak, minősíthető. A korábbi közeli fúrásokkal összevetve egységes réteg, azonban a már említett közeli fúrások a miocén öszletben iszapos lencséket is feltártak, melyekre a miocén öszletben jellemzően számítni lehet. Korábbi tapasztalatok alapján homokerek, homokkőpadok bármely mélységben kis kiterjedésben megjelenhetnek.

12. LABORATÓRIUMI VIZSGÁLATOK, EREDMÉNYEK BEMUTATÁSA

A feltárt talajrétegek megnevezése a fúrásokból vett zavart állapotú minták talajosztályozó (azonosító) laboratóriumi vizsgálati eredményei alapján, az MSZ 14043-2:2006 szerint történt.
A rétegek fizikai talajfizikai, alakváltozási és szilárdsági jellemzőit teljes egészében a laboratóriumi vizsgálatok alapján végeztem.
Elvégzett laboratóriumi vizsgálatok:

- szemeloszlás vizsgálat
- természetes víztartalom
- száraz és telített térfogatsúly meghatározása
- háromtengelyű (triaxiális) nyírókísérlet

- egytengelyű (közvetlen) nyírókísérlet
- kompressziós vizsgálat
- konzisztencia vizsgálat
- vízáteresztő képesség vizsgálat

A laboratóriumi vizsgálatok közül a mellékletekben megtalálhatók:

- a szemeloszlási görbék diagrammját, feltüntetve és az EC-hez igazítva az egyes frakciók százalékos megoszlását és a háromszögdiagramm szerinti megnevezés, az egyenlőtlenségi mutatót (U), illetve a 60 (d_{60}) és 10 (d_{60}) tömegszázalákhoz tartozó szemcsenagyságok értékeit.
- a közvetlen nyírókísérlet jegyzőkönyve (1. fúrás 2,0 m mélység; 2. fúrás 4,0 m mélység)
- a triaxiális – azaz háromtengelyű - nyírókísérlet jegyzőkönyve (2. fúrás 16,8 m mélység)
- kompressziós kísérlet jegyzőkönyve (2. fúrás 16,8 m mélység)
- a kötött talajok azonosításának alapjául szolgáló víztartalmi, konzisztencia (plasztikus index) és egyéb laboratóriumi vizsgálatok eredményeit a fúrásszelvények tartalmazzák

Laboratóriumi vizsgálati eredmények értéktartományai:

A geotechnikai tervezés során az alább felsorolt talajfizikai paraméterek vehetők figyelembe.

Vegyes törmelékes feltöltés:

ρ_n= 1,65 – 1,75 g/cm^3
φ= 23 – 26°
c= 0 kN/m^2
E_s= 5000 – 8000 kN/m^2

Szürkéssárga, iszapos finomhomok:

ρ_n= 1,85 – 1,92 g/cm^3
φ= 26 – 28°
c= 8 - 13 KN/m^2
E_s= 8000 – 10000 kN/m^2

Szürke homok:

ρ_n= 1,68 – 1,73 g/cm^3
φ= 30°
c= 2 - 6 kN/m^2
E_s= 13000 – 18000 kN/m^2

Kavicsos homok:

ρ_n= 1,88 – 1,98 g/cm^3
φ= 31 - 34°
c= 0 kN/m^2
k= 10^{-2} – 10^{-3} cm/sec

E_s= 22000 – 30000 kN/m^2

Homokos kavics:

ρ_n= 1,95 – 2,05 g/cm^3 (talajvíz alatt 1,1)
φ= 34 - 37°
c= 0 kN/m^2
k= 10^{-1} – 10^{-2} cm/sec
E_s= 30000 – 45000 kN/m^2

Szürke agyag:

w= 21,8 – 27,6 %
ρ_n= 2,01 – 2,08 g/cm^3
I_p= 25 – 42 %
I_c= 0,85 – 1,04
e= 0,59 – 0,65
k= 1,4 – 5,6x10^{-9} cm/sec
φ= 10 - 20° (karakterisztikus érték: φ = 12°)
c= 110 – 166 kN/m^2
(karakterisztikus érték: c = 120kN/m^2)
E_s= 16000 – 25000 kN/m^2

13. TALAJVÍZ ÉSZLELÉSI ADATAI; HELYZETÉNEK ÉRTÉKELÉSE

13.1. ÁLTALÁNOS VIZSGÁLATI EREDMÉNYEK ISMERTETÉSE

A 2008. május 19-20 között készült fúrásokban a talajvíz nyugalmi szintje 4.90 – 5,45 m mélységben észlelték, azaz 100,45 – 100,70 mBf szintek közt.

A fúrásokban észlelt nyugalmi talajvízszint adatokat az alábbi táblázat tartalmazza:

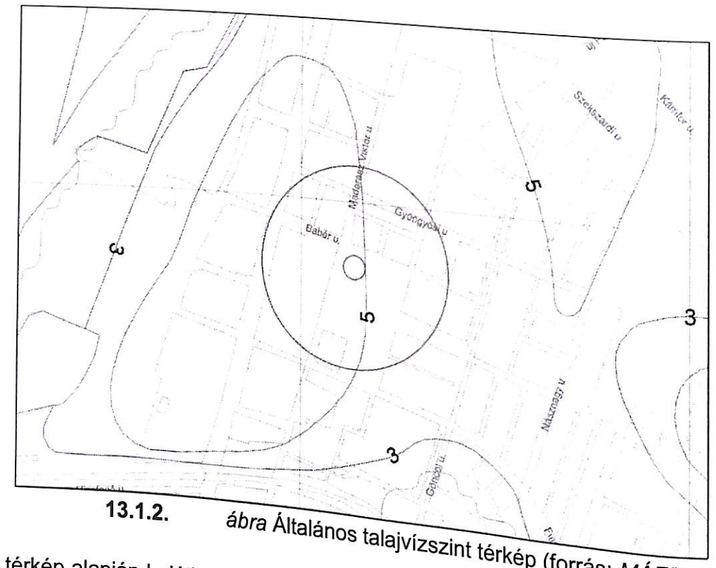
feltárás jele	Terepszint	Talajvízszint		dátum
		Relatív		
	(mBf)	(m)	(mBf)	
1.F.	105,90	-5,45	100,45	2008.május 19.
2.F.	105,62	-4,90	100,72	2008.május 19.
3.F.	105,68	-5,10	100,58	2008.május 20.

13.1.1. *táblázat* Nyugalmi talajvízszintek

A vízzárónak tekinthető miocén agyag felett húzódó összefüggő talajvízrendszer vízjárását az ismertetett üledéksor adott térbeli helyzetében kisebb mértékben a közeli - ~800m-re lévő – Duna szabályozza, a tervezési terület annak hatásterületén belülre esik.

A fúrásokban a nyugalmi talajvízszintet a terepszint alatt 4,90 – 5.45 méter mélyen észlelték.

A következőekben a terület jellemző átlagos talajvízszint térképe látható.



13.1.2. *ábra* Általános talajvízszint térkép (forrás: *MÁFI*)

A térkép alapján belátható, hogy az általános talajvízszint a környéken ~5,00 m mélységben észlelhető.

A rendelkezésre álló talajvízszint megfigyelő kutak adatai alapján a talajvíz ingadozása maximum 2,80 - 3,50 méterre tehető. A közelben található PXXVI. számú talajvízszint-észlelő kútban – mely kb. 100m-e található – a megfigyelés kezdete óta 1954. májusában volt legmagasabban a vízszint, mikor -2,79 m-t ütötte meg, mely abszalút magassában 102,70 mBf.

A becsült maximális vízszint kb. -5,50 -5,70 méterre az átlagos vízszint (mely egyben építési vízszintnek is felvehető) 4,5-4,8 méterre tehető, vagyis 101.0 – 101,5 mBf.

Budapest Építéshidrológiai Atlasza a **103,4mBf.** szinten adja meg a becsölt maximális vízszintet a tervezési területen (a mértékadó vízszint a becsült maximális felett 50cm-es veendő fel). Azonban érdemes figyelembe venni a környéken épült számos, a vízzáró alapkőzetbe befogott, résfalas munkatérelhatárolással megvalósult épületet is, melyek fokozott talajvízáramlás esetén duzzaszthatják a mozgásban lévő talajvizet.

A három fúrásból két talajvízminta került bevizsálásra, melyek eredményeit az alábbi táblázat tartalmazza:

Vizsgált jellemző	Mennyiség
PH	7,2 - 7,3
klorid tartalom (mg/l)	151 - 173
szulfátion tartalom (mg/l)	241 - 301

13.1.3. *táblázat Talajvíz vizsgálati eredmények*

A következőkben osztályozott agresszív kémiai igénybevételek 5 °C és 25 °C közötti hőmérsékletű természetes talajokra, talajvizekre vonatkoznak, amikor a nyugalmi körülményeket megközelítő, elegendően lassú a vízáramlás.

Minden egyes kémiai jellemzőre a legveszélyesebb érték határozza meg az osztályt.

Ha két vagy több agresszív jellemző ugyanahhoz az osztályhoz vezet, akkor a környezeti hatást a következő magasabb osztályba kell sorolni, hacsak az adott esetre vonatkozó egyedi vizsgálat nem bizonyítja ezt szükségtelennek.

Kémiai jellemző	Referencia vizsgálati módszer	XA1	XA2	XA3
Talajvíz				
SO_4^{2-}, mg/l	MSZ EN 196-2	≥ 200 és ≤ 600	> 600 és ≤ 3000	> 3000 és ≤ 6000
pH	ISO 4316	≤ 6,5 és ≥ 5,5	< 5,5 és ≥ 4,5	< 4,5 és ≥ 4,0
agresszív CO_2, mg/l	prEN 13577:1999	≥15 és ≤ 40	> 40 és ≤ 100	> 100 telítésig
NH_4^+, mg/l	ISO 7150-1 vagy ISO 7150-2	≥ 15 és ≤ 30	> 30 és ≤ 60	> 60 és ≤ 100
Mg^{2+}, mg/l	ISO 7980	≥ 300 és ≤ 1000	> 1000 és ≤ 3000	> 3000 telítésig
Talaj				
SO_4^{2-} összes, mg/kg [c]	MSZ EN 196-2 [b]	≥ 2000 és ≤ 3000 [c]	> 3000 [c] és ≤ 12000	> 12000 és ≤ 24000
Savasság, ml/kg	DIN 4030-2	> 200 Baumann Gully	A gyakorlatban nem fordul elő	

[a] A 10^{-5} m/s áteresztőképesség alatti agyagtalajokat alacsonyabb osztályba szabad sorolni.
[b] A vizsgálati módszer az SO_4^{2-} sósavval való kivonását írja elő, alternatívaként vízzel való kivonás is használható, ha a beton alkalmazásának a helyén van erre tapasztalat.
[c] A 3000 mg/kg határértéket 2000 mg/kg értékre kell mérsékelni, ha fennáll a szulfátionok felhalmozódásának a kockázata a betonban a száradás és a nedvesedés ciklikus változása vagy a kapillárisfelszívás következtében.

13.1.4. *táblázat* Talajvíz agresszivitás besorolása (forrás: *MI17215/2-86 5. táblázat*)

A táblázat alapján a talajvíz az **XA1** környezeti osztályba sorolandó, vagyis **enyhén agresszív talajjal, talajvízzel érintkező, enyhén korrózióálló** betont kell majd alkalmazni.

13.2. A VIZSGÁLT TERÜLET VÍZFÖLDTANI JELLEMZŐI

A talajvíz tartó réteg jellemzői:

A vizsgált területen összefüggő Duna terasz réteg található, emelyben a talajvíz is jelen van. A teraszréteg általános vastagsága várhatóan 10 – 12 m.

Hidrogeológiai szempontból a terület rétegsorát egy 2 részre osztható modellel közelíthetjük, mégpedig:

- a felső feltöltés alatt a vízelvezető réteg – kavicsos homokos kavics – vastagsága 10 – 12 m, szivárgási tényezője 10^{-1} - 10^{-3} cm/s.
- az alsó fekü – várhatóan – gyakorlatilag vízzárónak tekinthető, szivárgási tényezője 5 x 10^{-9} cm/s.

13.3. A TALAJVÍZ JÁRÁSA ÉS ÁRAMLÁSA

A korábbi fúrásokban észlelt talajvízszintek vizsgálata és szakirodalmi adatok szerint a területen a talajvíz nyílt víztükrű, általános nyugalmi vízszint emelkedése maximum 1,0 – 1,5 m körül változik.

A Duna vízállás változása kisé hatással van a környezetében lévő teraszréteg vízállására is. A fővárosi tapasztalat, a numerikus számítások eredménye és az Altovszkij számítások egyaránt azt mutatják, hogy a Duna eddigi legnagyobb és legtartósabb feljegyzett árvize a főváros teraszában 0,8-1,0 km-re hat el.

A vizsgált helyszín a Dunától viszonylag kis távolságra, ~750 – 800 m-re található. Ilyen távolságban a Duna vízállás – változása 2 – 3 napos késéssel – közvetlenül érezteti hatását, így a talajvíz szintjét a folyó mindenkori vízszintje határozza meg. Kisvízkor a folyó leszívja a talajvizet, galériaként gyűjti magába, míg magas vízálláskor megemelkedik a talajvízszint is, a dunától ellenkező irányú talajvízáramlás lép fel. A szóban forgó terület környéke teljesen beépített, ezért a csapadék és a párolgás hatása a talajvíz javára szintén kis mértékű. Mindössze néhány kisebb folton – zöld területek – történik csapadékból származó beszivárgás, azonban gyakorlatilag itt sem jut le a talajvízig a csapadékvíz, mert még az aerációs zónában visszapárolog.

A területen a talajvízjárást befolyásolja még a nem megfelelő állapotú csapadék – szennyvízhálózatból és a vízvezetékhálózatból történő beszivárgás, valamint az oldalirányú utánpótlódás és a rétegvizekkel való esetleges kapcsolat.

Ezeknek a tényezőknek az egymásra hatása, szuperpozíciója révén változik a talajvízszint helyzete.

13.4. TALAJVÍZ VISSZADUZZADÁSI HAJLAM

Általánosan elmondható, hogy az adott területen a talajba épített bármilyen vízzáró szerkezet megépítése esetén számottevő **visszaduzzadásra nem kell számítani**. Ennek okai a következők:

1. a nagy vastagságú (10 – 12 m) szemcsés, jó vízvezetőképességű talajréteg természetes drénként működik.
2. csak nyílt víztükrű talajvízre lehet számítani, mely az adott talajparaméterek mellett különösen előnyös, a nyomáskülönbség viszonylag gyorsan kiegyenlítődik.
3. az áramlás nagyon lassú – lamináris – ezért van ideje a visszaduzzadó víznek az akadály (látesítmény) meletti elfolyásra.
4. mivel a talajvízjárás a Dunával való közvetlen kapcsolat mellett több tényező is befolyásolja, a domináns áramlási irányt és mértékét a vizsgált területen mindig az éppen felerősödő hatás is némileg módosítja.
5. az épület nagysága a földtani területhez képest pontszerűnek tekinthető, így nem befolyásolja érezhetően az áramlást (a szivárgáshidraulika alapegyenletéből – F*v=const – következően a sebesége alig változik).

Minden jellemző tényezőt figyelembe véve maximum 0,3 – 0,4 m-es időszakos vízszintemelkedés várható, mely csak az épület közvetlen környezetében érezteti hatását. Ez az érték a megadott mértékadó vízszint meghatározásánál már figyelembe lett véve.

14. MUNKATÉR ELHATÁROLÁS LEHETŐSÉGEI, JAVASLATOK

A tervezett szerkezet jelentős méretei, így elkerülhetetlenül magas építési költségei, valamint a tervezési terület közvetlen környezetében lévő szintén nagy méretű épületek állagvédelmi követelményei miatti magas kockázat megkövetelik a munkatér elhatárolás módszerének kiválasztása során az összes szóba jövő elterjedt és alternatív technológia organizációs vizsgálatát.

A helyszíni organizáció vizsgálatánál a Mind a négy jellemző keresztmetszetet meg kell vizsgálni a mértékadó keresztmetszet(ek) kiválasztásánál.

Az előzetes számítások elvégzése során a GEO5 geotechnikai tervező szoftvert használom. A digitális talajmodellek felállításához a valós rétegződést és az alulról közelített átlagos talajparaméterek értékeit a helyszíni és laborvizsgálatok súlyozott átlagának és a tapasztalati úton összeállított táblázatnak (lásd melléklet) az összevetésével, mérnöki szemlélet szerint mértékadónak tekinthető kissebb érték felvételével határoztam meg. A hasonló köztes szemcsés rétegeket egyetlen rétegmodell felvételével közelítettem.

6. <u>Vegyes törmelékes feltöltés:</u>

ρ_d=	1,65 g/cm^3
ρ_w=	1,75 g/cm^3
φ=	23°
c=	0 kN/m^2
E_s=	6000 kN/m^2

7. <u>Kavicsos homok:</u>

ρ_d=	1,90 g/cm^3
ρ_w=	2,10 g/cm^3
φ=	32°
c=	0 kN/m^2
k=	10^{-2} – 10^{-3} cm/sec
E_s=	30 kN/m^2

8. <u>Agyag:</u>

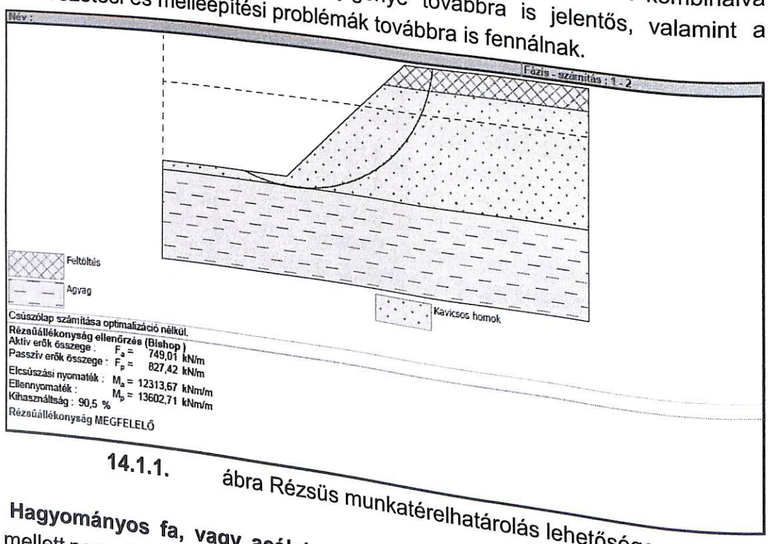
w=	21,8 – 27,6 %
ρ_d=	1,97g/cm^3
ρ_w=	2,06g/cm^3
I_p=	30 %
I_c=	0,94
e=	0,60
k=	3,0x10^{-9} cm/sec

	φ=	15°
	c=	120 kN/m²
	E_s=	21000 kN/m²
Talajvíz mélység:	h=	-5,20m

14.1. KIZÁRHATÓ ELJÁRÁSOK

A munkatér közel -14 méteres mélységének biztoságos elhatárolására az alábbi „hagyományos" munkatér elhatárolási módszerek zárhatók ki első lépésben:

Rézsüs munkatér elhatárolás lehetőségének vizsgálata során figyelembe vett (biztonságos) rézsühajlás ~45°. Az alábbi ábra szerint a munkatér gyakorlatilag az egész utcát elfoglalná – horizontálisan ~14m-t - a közművek teljes cseréje, kiváltása és a forgalom hosszú idejű korlátozására lenne szükség, valamint nagy mennyiségű földtömeg kétszeri, oda-vissza deponálására, vallamint a nyíltvíztartás jelentős hatást fejtene ki a környező talajra, és talavízszintre, tehát az épületeket is veszélyeztethetné így az eljárás alkalmatlan az adott feladat megoldására. Az eljárás **szerezett, lőttbeton rézsüvédelemmel** kombinálva sem nyújt megoldást, mert a helyigénye továbbra is jelentős, valamint a vízelvezetési és melléépítési problémák továbbra is fennálnak.



14.1.1. ábra Rézsüs munkatérelhatárolás lehetősége

Hagyományos fa, vagy acélelemes dúcolás az adott méretek és igények mellett nem alkalmazható biztonságosan, hisz az elemes rendszerek érzékenyek a mozgásokra, amik az adott léptékben összeadódva komoly veszélyt rejtenek magukban, továbbá a vízzárás sem megoldott.

Berlini (Siemens) dúcolat horgonyzott kivitelű alkalmazását az adott talajkörnyezet lehetővé tenné, ám az csak ~10m mélységig alkalmazható

gazdaságosan, amit még meg is lehetne oldani a felső néhány méter rézsüs, vagy lépcsősen dúcolt lehetárolásával. A technológia nem biztosít vízzáróságot így ez a gazdaságtalan víztelenítés matt nem jöhet szóba.

Kiszorításos cölöpözési technológiák közül az alábbiak jöhetnének szóba: vert és vibrált szádfal (acél vagy vasbeton anyagú), nyílt és zárt cölöpfal. Ezek készülhetnek vert, vagy vibrált lehajtással egyaránt. Hátrányuk – az acél szádpallóktól eltekintve – hogy megkérdőjelezhető a vízzárás hatékonysága. Esetünkben a technológia kizárásának fő oka a környék beépítettségének városi jellege, ugyanis a lehajtás során számottevő dunamikus hatás keletkezik mind, a vibrálás, mind a verőkosos eljárás alkalmazásánál, mely a lakosság zavarásán felül, a környező épületek szerkezetét és a helyi talajszerkezetet is veszélyeztetheti, nem is beszélve a közeli Szent Mihály-templom falazott tornyainak esetleges károsodásáról.

14.2. ALKALMAZHATÓ TECHNOLÓGIÁK

Az alábbi technológiák a modern mélyépítésben meglehetősen elterjedtek, hazánkban is találhatunk cégeket melyeknek megvan hozzá a szükséges technológiai hátterük, tapasztalatuk.

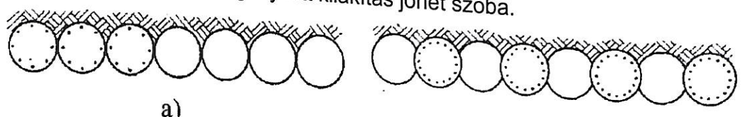
14.2.1. Vízzáró fúrt cölöpfal:

Cölöpfalat nem csak kiszorításos technológiával készíthetünk, hanem valamely fúrt technológiával is. A módszert a CFA talajhelyettesítéses technológián keresztül mutatom be részletesebben. Lényege, hogy a talajba hajtott végtelenspirál furatot a kívánt mélység elérését követően folyamatos visszahúzás mellett, a furatot a spirál üreges szárán keresztül feltöltik betonnal, majd a lavírsík elérését követően a furat felső részében vibrálással elhelyezik a betonacél armatúrát – a cölöp felső szakaszába. A techmológia előnye, hogy a zagyos furatmegtámasztást nem igényel, egyszermint a víz alatti betonozás miatti szinte összes betonminőség-vesztési kockázat, továbbá a felszínsüllyedés is minimális mértékű marad. Hátránya, hogy a cölöp teljes hosszon csak kis mélység esetén vasalható.

Kialakítására számos lehetőség kínálkozik, a teljesség igénye nélkül ezek a következők:

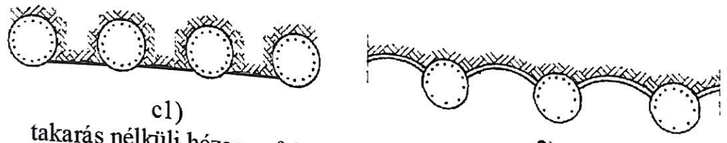
a. érintő cölöpökből álló cölöpfal, amit a horgonyzási szinten vízszintesen kialakított vasbeton gerendával együttdolgoztatva talajhorgonyokkal lehet stabilizálni. Hétránya, hogy a vízzáróságot kiegészítő technológia, vagy víztelenítás nélkül nem lehet biztosítani.
b. átmetsző cölöpökből álló cölöpfal, ahol a kellő vízzáróság már megoldott, ám az amúgy sem teljes hosszon elhelyezhető armatúrák, csupán a cölöpök felénél építhtők be.

c. hézagos cölöpfal ahol a hézagok közt talaj, vagy más cölöpözési technológiával készült kisebb cölöpök kerülnek kialakításra. Az adott esetben a kívül vagy belül elhelyezett együttgolgoztatott lőttbeton kéreggel vízzáróvá tett, és hátrahorgonyzott kilakítás jöhet szóba.



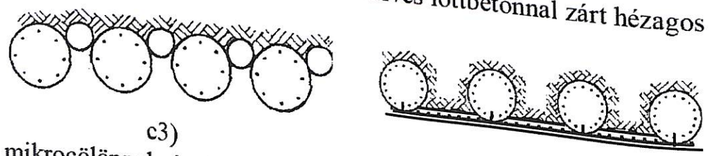
a)
érintő cölöpökből álló fal

b)
átmetsző cölöpökből álló fal



c1)
takarás nélküli hézagos fal

c2)
boltíves lőttbetonnal zárt hézagos fal



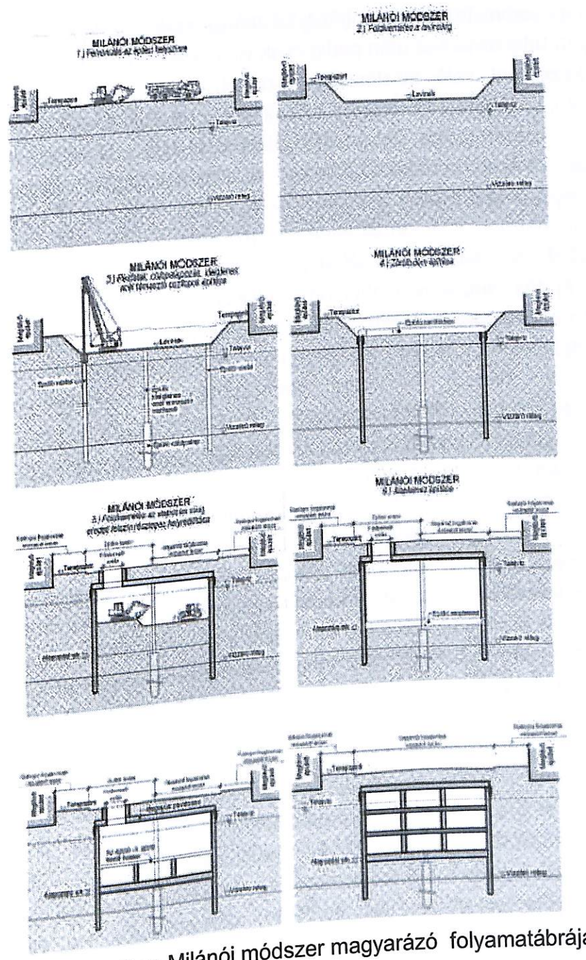
c3)
mikrocölöppel zárt hézagos fal

c4)
lőtt vasbetonhéjjal zárt hézagos fal

14.2.1.1. ábra Cölöpfal kialakítási lehetőségei

14.2.2. Födém alatti épités (Milánói módszer)

A módszer lényege, hogy a teljes építési terület csak a függőleges munkatér elhatárolás és a záródém elkészítésének idejére van lezárva, vagyis amíg a cölöp, vagy résfal elkészül. A kivitelezés kezdeti fázisai megegyeznek a cölöp, vagy résfal építési technológiájával. A különbség ott kezdődik, hogy a műtárgyba, elhatárolt munkatérbe építendő szerkezet (mélygarázs, aluljáró, metró állomás, bunker, stb.) részben fordított kivitelezési sorrenben készül. Ez azt takarja, hogy az elkészült munkatér elhatároló falakat követően a terepszinthez leg közelebbi födém készül el, melyen egy nyílást hagynak. A későbbiekben a tereprendezés után az építési terület le redukálódik a nyílás közvetlen környezetére, ahol az anyagmozgatás történik. A módszer alkalmazása akkor előnyös, ha az építkezés forgalmas csomópont, vagy kiemelt turisztikai látványosság közelében van, és a forgalmat, látképet csak minimálisan és/vagy rövöd ideig zavarhatja a kivitelezés.



14.2.2.1. ábra Milánói módszer magyarázó folyamatábrája

14.2.3. Talajfagyasztás:

Talajfagyasztást alkalmazásának kritériuma elsősorban a minél magasabb talajvízszint. A technológia lényege, hogy a talajba helyezett csövekben alacsony fagyáspontú (jellemzően cseppfolyós nitrogén) hűtőközeget keringtetnek, mely a talaj hőjét elvonva felmelegszik, és elpárolog. A folyamat során a Jet grouting technológia alkalmazása során létrejövő függőleges megszilárdult talajoszlopokhoz hasonló tömbök jönnek létre azzal a különbséggel, hogy a kötőanyag szerepét a víz (jég) tölti be. A technológia előnye, hogy olyan ideiglenes vízzáró és/vagy megtámasztó szerkezet jön létre amely a feladata ellátása közben és azt követően nem szennyezi a környezetet, hisz az

üzemeltetés során elpárolgó nitrogén gázt amúgy is a légköri levegőből lettvonják ki, a fagyott talaj olvadása után pedig csak víz marad. Hátránya, hogy végleges tartószerkezetként való alkalmazása üzembiztosan és gazdaságosan nem megoldható, költséges és hosszú időt vesz igénybe a telepítése fenntartása, gáz pótlása kifejezetten drága. Teherhordó bélésfal építése mellett az alkalmazása lehetséges. Jelentős hátránya, hogy a víz fagyásakor kitágul, így a felszínmozgás jelentős lehet.

14.2.4. Dúcolt résfal:

A résfal építés részletes technológia leírását lásd 14.3. potban a 14.3.1. folyamatábra általánosan mutatja be a réselés elvét. a továbbiakban ennek ismeretét feltételezem. A dúcolt megtámasztású résfalas munkatér elhatárolás meglehetősen elterjedt. A dúcolat támaszkodhat az egymással szemben elhelyezkedő falakra, esetleg egy előre megépített központi magra, például későbbi lépcsőház, vagy lift. A dúcok elhelyezése rendszerint a földkiemeléssel párhuzamosan zajlik, így a növekvő terhelést egyre komplexebb és erősebb megtámasztási rendszer veszi fel. A dúcok acél gerendákból, és teherelosztó elemekből álnak, melyek helyzetét fa ékekkel és csavarokkal biztosítják (egyre terjedő módszer az acél kapcsolati elemek vasbetonhoz ragasztása). Előnye, hogy szerelése és méretezése megbízhatóan végezhető, mivel a használt anyagok relatív pontosan modellezhetők (acél imert előnyei), és nem igényelnek speciális gépsort – az ideiglenes megtámasztási munkák. Hátránya hogy a munkateret felosztja, így nagyméretű daruzások nem végezhetők és a végleges megtámasztások – födémek – organizációját is bonyolítja.

14.2.5. Horgonyzott résfal:

Alapvetően a technológia megegyezik az előbbivel ám az ideiglenes megtámasztási elemek nem nyomott, hanem húzott szerkezetek. Előnye, hogy a munkatér szabad marad, így a kivitelezés gyorsabbá válhat, és az ideiglenes megtámasztó elemeket nem veszélyeztethetik a munkálatok. A megtámasztást itt talajhorgonyok végzik, melyek lehetnek aktív, és passzív kialakításúak annak függvényében hogy kapnak-e előfeszítést a tényleges hasznos terhelés viselése előtt. A választást az befolyásolja, hogy mekkorák az elmozdulással szemben támasztott követelmények, illetve mekkora szükség van teljesen nyitott munkatérre. Lelkiismeretes kivitelezés mellett vízzáró szerkezetet kapunk, mely a réstáblák illesztésénél a víz átfolyási útjának meghosszabbításával fokozható bennmaradó gumi profilok, ideiglenes szakaszoló acél szelvények beépítésével, vagy utólagos injektálással. Bár a horgonyok beépítése drága és technológia igéényes, de a módszer elég elterjedt, így sok jó referenciával rendelkező vállalat áll rendelkezésünkre. Hátránya, hogy a horgonyok tényleges teherbírása nehezen és megbízhatatlanul számolható, így jelentős túlméretezésre van

szükség. A kockázat próbaterhelések és folyamatos monitoring mellett jelentősen csökkenthető

14.3. TECHNOLÓGIÁK MÉRLEGELÉSE, VÁLASZTOTT TECHNOLÓGIA ISMERTETÉSE

A helyszíni sajátosságok ismeretében a milánói módszer előnyei, vagyis a munkatér rövid idejű teljes lezárása szükségtelen, hisz nem egy forgalmas közterületre, csomópontra hanem egy magánterületre kell munkatérelhatárolást készíteni, valamint a felmenő szerkezet puszta léte fölöslegessé teszi a módszer alkalmazását.

A talajfagyasztást a szerkezeti méretek, a roppant költségek, a nagy talajmozgás, az időigényesség és a külön megtámasztás építésének szükségessége zárja ki.

A cölöpfal és a résfal munkatér felőli megtámasztással (dúcolással) szintén kizárhatók, mivel a tervezet pillérvázas irodaépület szerkezetének építését tólzottan megnehezítené.

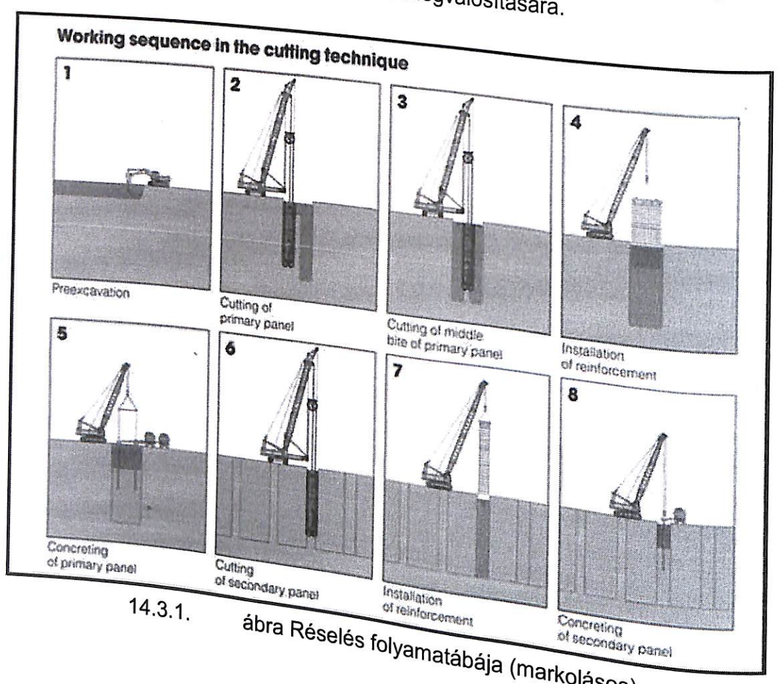
Horgonyzott kivitlben lőttbeton hélyal zárt hézadoscölöpfaj, vagy átmetsző cölöpfal és résfal egyaránt alkalmas a munkatér elhatárolásra.

A vastag szemcsés, jó áteresztő képességű talajréteg miatt a jobb vízzárósági tapasztalatokra alapozva **horgonyzott résfalas munkatér elhatárolás alkalmazását javaslom.**

Résfal építésre több tenchnológiát dolgoztak ki amelyek a réselőgép anyagfejtési és mozgatási megoldásában térnek el egymástól, a teljesség igénye nélkül az alábbi három fő csoport jellemző:

- **marótárcsás** réselés alkalmazásának nagy előnye, hogy gyors, mivel a fejtőszerszám folyamatosan haladhat a talajban, hisz a kinyert anyagot hidraulikus úton távolítják el. További előnye, hogy nincs szükség szakaszolópallókra az egyes ütemek közt, mivel a szennyezett betonréteget a gép fogazott marótárcsás segítségével lefejti, így elégséges felületet alakít ki a éstáblák kellő vízzáróságának biztosítására. Hátránya, hogy hazánkban nincs ilyen gépsor, így azt külföldről kell kölcsönözni.
- **Soletanche** eljárás az előbbihez hasonlóan hidraulikusan üríti a kitermelt talajt, ám itt a talaj kinyerése jellemzően vízszintes és nem függőleges sávokban történik. Hazai alkalmazásáról nincsenek ismereteim.

- **markolásos** réselés világszerte a legelterjedtebb és megbízhatóan alkalmazható technológia, mely dupla, vagy szimpla markolófejjel dolgozik, függőeges fogásokkal termeli ki a talajt és mechanikus óton távolítj azt el. Mivel a szükséges géppark hazánkban megtalálható, és számos cég jó referenciákkal már alkalmazta is azokat, így ezt az eljárást javaslom az elhatárolás megvalósítására.



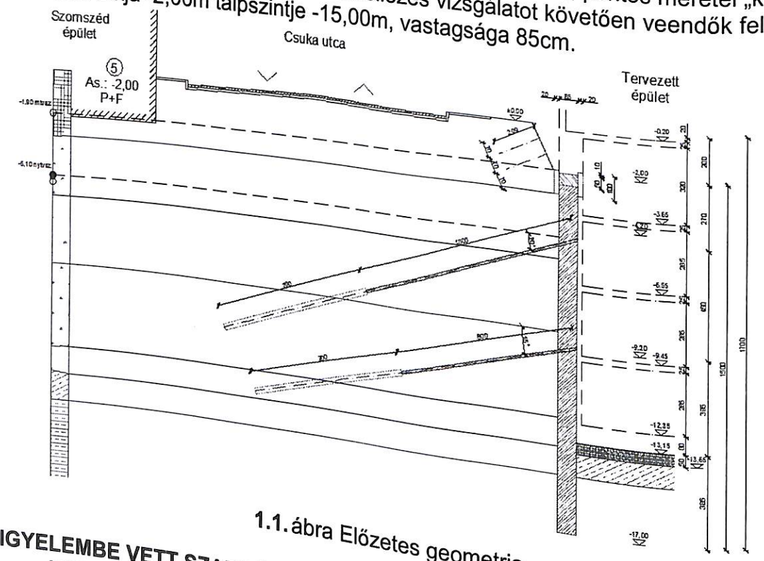
14.3.1. ábra Réselés folyamatábája (markolásos)

II. fejezet
Statikai számítási melléklet

1. FELADAT ISMERTETÉSE

Feladatom a korábbiakban talajmechanikai szempontból vizsgált területre a vasbeton pillérvázas épület pincetömbjének munkatér elhatárolására építendő horgonyzott résfalszerkezet tervezése, vizsgálata. Esetünkben a résfal nem csak munkatér elhatárolásra szolgál, vagyis szerepe a föld és víznyomás elviselése, a talajvíz kiszorítása a térszín alatti szerkezetépítés ideje alatt, valamint a felszerkezet terheinek továbbítása az alapozási síkig.

A szerkezet előzetes geometriája az alábbi ábrán látható. A résfal névleges vastagságát 85cm-re vettem fel, építési állapotban 2 talajhorgonysor támasztja -4,70 és -9,20m mélységben, injektált hosszuk 7m, vízszintessel bezárt szögük 15° és 20°, alaprajzi kiosztásuk 2,50 méterenként. A horgonysorok előzetes elhelyezését első sorban a födémek helyzete befolyásolta. A mélygarázs megépültét és a horgonyok visszahúzását követően a megtámasztást a 80cm vastag alaplemez és a 3db térszín alatti 25cm vastag vasbeton födém biztosítja. A födémek helyzetét az felszerkezeti, építész tervek alapján vettem fel. A talajhorgonyok hossza és szöge, a résfal vastagsága valamint a befogási mélység előzetesen becsültek, pontos méretei „kézi számítások" és a GEO5 végeselem modellezés vizsgálatot követően veendők fel. A rásfal felső síkja -2,00m talpszintje -15,00m, vastagsága 85cm.



1.1. ábra Előzetes geometria

2. FIGYELEMBE VETT SZABVÁNYOK

- MSZ EN 206-1 Betonok (és korrózióvédelem)
- MSZ EN 10080 Betonacél (általános követelmények)
- MSZ EN 1990 A tervezés alapjai
- MSZ EN 1991-1 Terhek, hatások – általános hatások
- MSZ EN 1991-2 Terhek hatások – hidak terhei
- MSZ EN 1992-1 Vasbeton szerkezetek tervezése, általános szabályok
- MSZ EN 1997-1 Geotechnikai tervezés, álltalános szabályok
- MSZ EN 1997-2 Geotechnikai tervezés, vizsgálatok
- MSZ EN 1998-1 Tervezés földrengésre, általános szabályok
- MSZ EN 1998-5 Tervezés földrengésre, alapozás és geotechnikai szempontok

- MSZ EN 1538 Résfalépítési előírások (kivitelezés)
- MSZ EN 1537 Talajhorgony építési előírások (kivitelezés)

3. SZERKEZET OSZTÁLYBA SOROLÁSA

- MSZ EN 1990 szerint: **CC2** kárhányad osztály („Közepes veszteség emberéletben, gazdasági, társadalmi, környezeti követelmények számottevőek") → **RC2** megbízhatósági osztály.
- A tervezést a **DL2** osztály szerint kell végrehajtani (tervezővel azonos képzettségű ennelőr, de lehet egyanannak a cégnek az alkalmazottja), a helyszíni ellenőrzés az **IL2** osztály előírásai szerint.
- MSZ EN 1997-1 szerint: **3. geotechnikai kategória** (nagy).
- MSZ EN 1998-1 szerint: **II. fontossági osztály** („közepes épületek, amelyek nem tartoznak más kategóriába"). Parciális tényezők alapértéke növelés, vagy csökkentés nélkül használandó a számításban (törési kockázat $P<=10^{-4}$, megbízhatósági index $\beta>=3,7$ lásd: MSZ EN 1990). Földrengés szempontjából $\gamma_1=1,0$, azaz a referencia gyorsulást (a_{gR}) nem kell növelni.
- A szerkezet tervezési élettrtam T_{LR}**=50 év** (4. osztály).
- Szárazsági követelmény: teljesen száraz (megbízás szerint).

4. TALAJADOTTSÁGOK, TALAJFIZIKAI PARAMÉTEREK FIGYELEMBEVÉTELE

4.1. JELLEMZŐ SZINTEK FELVÉTELE

- A talaj rétegződése nem elég egyenletes ahhoz, hogy minden vizsgált keresztmetszet talajmodelljét egységsen vegyem figyelembe, így a talajrétegeket a vizsgált keresztmetszethez legközelebb eső rétegfelépítés alapján modellezem.
- A maximális talajvízszint: **MaxTV: -2,40m**
- Mértékadó talajvízszint: **MTV=**MaxTV+50cm=-2,40+0,50=**-1,90m** (lásd a Talajvizsgálati Jelentésben).
- Az építési talajvízszint: **ÉTV=**(NyTV+MaxTV)/2=(-4,90-2,40)/2= -3,65m→**-3,60m**
- Réstalp mélysége: L+1,30H=2+1,30*11,35=14,76m →**-15,00m**
- Mivel a második sor talajhorgony horgonyátvezető csövei mindenképp a talajvízszint alatt helyezkednek el, így azok magassági elheylezkedését figyelmen kívül kell hagynom az ÉTV meghatározásánál.

4.2. TALAJFIZIKAI JELLEMZŐK FELVÉTELE

- CPT szondázási értékek nem állnak rendelkezésemre, így csak a Talajvizsgálati Jelentés fúrási, laborvizsgálati értékeit veszem alapul.
- Az egyes talajrétegek ágyazási tényezőit (Winkler rugó merevségét) tapasztalati alapon, a súrlódási szög és kohézió alapján vettem fel a „Alapozások és földmegtámasztó szerkezetek tervezése az MSZ EN 1997 szerint" 343. oldalán lévő mintafeladat alapján.
- Az egyes rétegek talajfizikai jellemzőinek karakterisztikus értékeit Schneider ajánlása alpján határoztam meg (részletes leírás az „Alapozások és földmegtámasztó szerkezetek tervezése az MSZ EN 1997 szerint" 343. oldalán).
- Használt összefüggések: $X_k=X_m\pm0,5S=(1\pm v_X)X_m$
- térfogatsúly: $v_Y=0,05$ $Y_k=1,025Y_m$

belső súrlódási szög: $v_{tg\Phi}=0,1$ $\varphi_k=arctg(0,95tg\varphi_m)$
kohézió: $v_c=0,05$ $c_k=0,8c_m$

- A számítás során mérnöki szempontokat figyelembe véve számolt átlag értékeket használtam az adatbevitel során.
- Az egyes talajrétegek jellemzőinek karakterisztikus értékei a fentiek alapján (* - becsült érték):

Megnevezés	egység	Vegyes törmelékes feltöltés		Szürkéssárga iszapos finomhomok		Szürke homok		Kavicsos homok		Homokos kavics		Szürke agyag	
Nedves térfogatsúly	γ_n (kN/m^3)	16,5	17,5	18,5	19,2	16,8	17,3	18,8	19,8	19,5	20,5	21,8	27,6
Nedves térfogatsúly - átlag	γ_{nm} (kN/m^3)	17,0		18,9		17,1		19,3		20,0		24,7	
Nedves térfogatsúly - karakterisztikus	γ_{nk} (kN/m^3)	17,4		19,3		17,5		19,8		20,5		25,3	
Telített térfogatsúly - karakterisztikus	γ_{tk} (kN/m^3)	20*		20*		21*		21*		21*		25,5	
Súrlódási szög	ϕ(°)	23	26	26	28	30	30	31	34	34	37	10	20
Súrlódási szög - átlag	ϕ_m(°)	24,5		27,0		30,0		32,5		35,5		15,0	
Súrlódási szög - karakterisztikus	ϕ_k(°)	23,4		25,8		28,7		31,2		34,1		14,3	
Kohézió	c_n (kN/m^2)	0	0	8	13	2	6	0	0	0	0	110	166
Kohézió - átlag	c_m (kN/m^2)	0		10,5		4		0		0		138	
Kohézió - karakterisztikus	c_k (kN/m^2)	0		8,4		3,2		0		0		110,4	
CPT - átlag	p_m (kN/m^2)	nincs adat											
Összenyomódási modulusz	E_s (kN/m^2)	5000	8000	8000	10000	13000	18000	22000	30000	30000	45000	16000	25000
Összenyomódási modulusz - átlag	E_m (kN/m^2)	6500		9000		15500		26000		37500		20500	
Ágyazási tényező	K (kN/m^3)	15000		15000		30000		30000		35000		25000	

4.2.1. táblázat tervezési talajpataméterek

4.3. TALAJVÍZAGRESSZIVITÁS FIGYELEMBE VÉTELE

- A talajvíz beton agresszivitása XA1 kitéti osztályú az MSZ EN 206-1 szerint. Ez alapján a minimális beton szilárdság **C30/37** osztályú, minimális cementadagolás 300kg/m^3 CEM II típusú cement, maximális víz-vement tényező **v/c=0,55**.
- Az MSZ EN 1538 résfalépítési szabvány előírásai alapján a minimális cementmennyiség $\mathbf{c_{min}=350kg/m^3}$ (32mm-es D_{max} meLlett). A megvelelő v/c a technológiai követerlmények figyelembevételével csak folyosító szerekkel tartható. A betonszilárdság a víz alatti betonozás kétes minősége miatt csak C20/25 szilárdsági paraméterek vehetők figyelembe.

4.4. FÖLDRENGÉS JELLEMZŐK FIGYELEMBE VÉTELE

A területre jellemző földrengési paraméterek az MSZ EN 1998-1 szerint:

- Maximális vízszintes referencia gyorsulás a_{gR}=0,14 x g=0,14x9.81m/s^2= **1,37m/s^2**, figyelembe vehendőátlagos értéke a MK Tartószerkezeti Tagozat állásfoglalása szerint β_{cs}**=0,7**-szeres.
- Az épület fonsossági osztálya: II. osztályú. így γ_1**=1,0**.
- A figyelembe veendő vízszintes gyorsulás
  $a_g=\beta_{cs}*\gamma_1*a_{gR}=0,7*1,0*1,37=$**0,96m/s^2**
- Topográfiai tényező meghatározására a fontossági osztály és a kedvező – síknak tekinthető – terepviszonyok miatt nincs szükség.

- A talajkategóriai besorolás „C" osztályú, így a talajra jellemző tényező értéke: **S=1,15**
- Az MSZ EN 1998-5 vonatkozó része alapján kijelenthetjük, hogy a talajszelvények megfolyósogásra nem hajlamosak.
- A kavicsos homok és homokos kavics rétegekben a vízáterestőképesség: $k=10^{-1}$-$10^{-3} < 5*10^{-4}$ tehát a szemcsés rétegek dinamikailag nem tekinthetőek vízzárónak, így ezen rétegekben ezt külön figyelembe kell venni.

5. FELHASZNÁLANDÓ ANYAGOK ÉS ANYAGJELLEMZŐIK

Az anyagok határfeszültségeit és rugalmassági moduluszát a vonatkozó EC (azaz MSZ EN) szabvány szerint kell figyelembe venni.

- Résfal beton: **C30/37-XC1/XC1-32-F5** (C20/25-ként figyelembe véve!)
  - f_{ck}= 20 N/mm^2 f_{cd}= 13,3 N/mm^2
  - E_{cm}= 30 kN/mm^2
- Betonfedés: **c_{nom}= 7,0 cm** (tésfalnál kengyelen mérve)
- Betonacél: **B 500 B** (MSZ jelölés: B60.50 bordás)
  - f_{yk}= 500 N/mm^2 f_{yd}= 435 N/mm^2
  - E_s= 200 kN/mm^2 α=2,0
- Feszítő kábel: **Fp 139 / 1860**
  - $f_{p0,1k}$= 1580 N/mm^2 f_{pd}= 1617 N/mm^2
  - E_p= 195 kN/mm^2
  - A= 1,39cm^2= 139mm^2

6. SZÁMÍTÁSOK ALAPVETŐ SZEMPONTJAI

6.1. FIGYELEMBE VEENDŐ TERVEZÉSI ÁLLAPOTOK, HATÁRÁLLAPOTOK

6.1.1. Tervezési állapotok

Ideiglenes építési állapotok:

- földkiemelés 1. horgonyzási munkaszintig
- beépült horgony megfeszítése
- földkiemelés 2. horgonyzási munkaszintig
- beépült horgony megfeszítése
- földkiemelés alapozási – ágyazási – szintig

Tartós/végállapot:

- résfalat födémek támasztják

Szeizmikus állapot:

- Földrengés megépült pincetömbnél

6.1.2. Határállapotok:

ULS - teherbírási határállapotok

- STR - szerkezeti törési határállapotok
  - résfal törése
    - nyomaték hatására (M)
    - normálerő hatására (N)
    - nyíróerő hatására (V)
    - előbbiek kölcsönhatása (interakciója)
  - résfal átszúródása horgonyfejnél
  - horgonyszár szakadása
- GEO – talajtöréses határállapotok

- résfal befogás talajtörés elleni kimerülése
- horgony befogási talaj-ellenállásának kimerülése
- belső stabilitás vesztés
- külső stabilitás vesztés – általános állékonyság

- HYD – hidraulikus talajtörés

SLS – használhatósági határállapotok

- Alakváltozás
- Repedéstágasság

6.2. SZÁMÍTÁSI MÓDSZER, ALKALMAZOTT SZOFTVEREK

- Mivel napjainkban a „kézi" számítási módszereknél nagyobb pontosság, így gazdaságosabb szerkezeti méretezés az elvárás, így a számítások és modell elemzések lehető legnagyobb részét szoftverekkel végeztem.
- A talajmodellek felvétele során a rétegfelépítéseket a fúrások közti lineáris – grafikus - interpolációval határoztam meg.
- Az alkalmazott szoftwerek az alábbiak:
  - GEO 5 talajmechaniai modellező szoftvercsomag jogtiszta hallgatói licensz.
  - 2013 táblázatkezelő (egyszerű saját programok „kézi" számításokhoz).
  - AutoCAD 2010 rajzoló, szerkesztő szolftver

A számítások során az „ALAPOZÁSI ÉS FÖLDMEGTÁMASZTÓ SZERKEZETEK TERVEZÉSE AZ MSZ EN 1997 SZERINT" kamatai kiadvány útmutatásai alapján jártam el (továbbiakban: Segédlet/Zöld könyv).

7. IGÉNYBEVÉTELEK ÉS ALAKVÁLTOZÁSOK SZÁMÍTÁSA (GEO5)

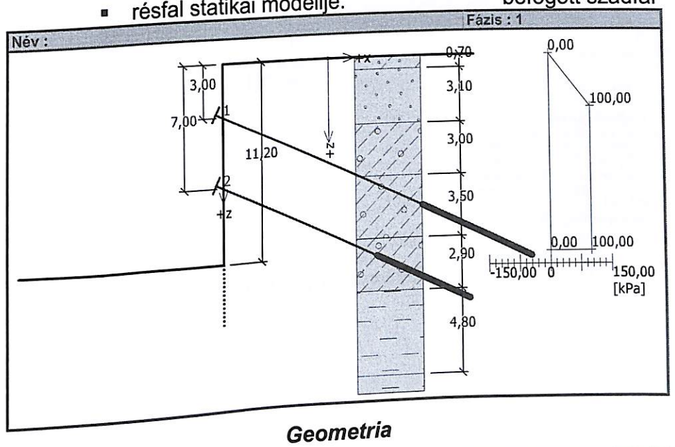
7.1. KARAKTERISZTIKUS IGÉNYBEVÉTELEK ÉS ELMOZDULÁSOK SZÁMÍTÁSA

- felhasznált szoftver: GEO5 Szádfal tervezési, majd ellenőrzési modul.
- talajjellemzők: 4.2 pont szerint, falsurlódás: **$2/3\Phi_k$.**
- talajvízszintek: figyelembe vett talajvízszintépítési és szeizmikus tervetési állapotban az építési vízszint, végállapotban a mértékadó vízszint.
- földnyomás: Segédlet szerint.
- hajlítási merevség: névleges **80cm** vastag, és **C20/25** betonszilárdsághoz tartozó **E_{cm}=30kN/m²**
- talajhorgony merevsége, előfeszítő ereje: **R=~20.000kN/m**
- alaplemez és födém merevség: végtelen merevnek tekintett.
- külső terhelések: hasznos felszíni és jármű teher tervezési értékét egyaránt 1.1x10kN/m²=**11,0kN/m²** értékre vettem fel. Környező épületek alapsíkra jutó terhei szintenként **15kN/m²** szétkent épületteherként vettem fel.
- földnyomás szeizmikus tervezési állapotbn: **k_h=0,1; k_v=0,0.**
- dinamikus víznyomás többlet: vízzárónak tekintett szintig figyelembe véve.
- hátfal mögötti „dolgozó" földtömeg szélessége:

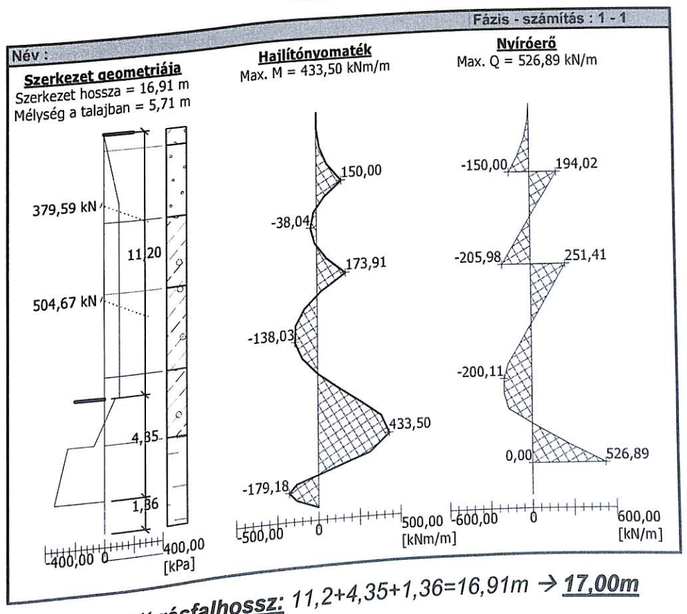
$H/\tan(45^o+\Phi_{átl./2})=16/\tan(45^o+27,4^o/2)=10,5$ → **11,00m**

7.2. SZÁDFAL GEOMETRIÁJÁNAK TERVEZÉSE (GEO5)

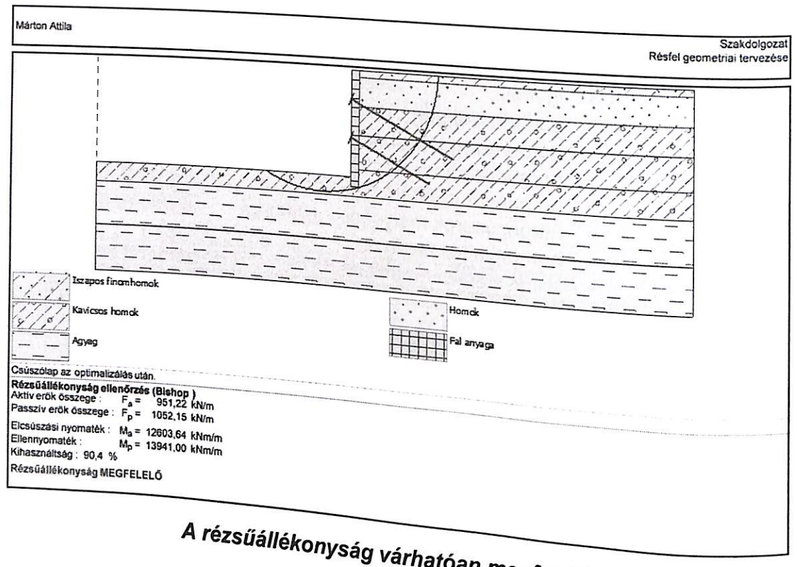
- Csuka utca felőli talajmodell alapján:
  - lavírsík: -2,00m
  - gödörfenékszint: -13,70m
  - horgonysorok száma: 2db
  - horgonyok hossza: 13m; 10m
  - horgonyok gyökérhossza: 7m; 6m
  - horgonysorok mélysége - ±0,00-tól -5,0m; -9,0m
  - horhonyok kiosztása: 2,00m
  - résfal statikai modellje: befogott szádfal



Geometria



Tervezett résfalhossz: *11,2+4,35+1,36=16,91m →* ***17,00m***

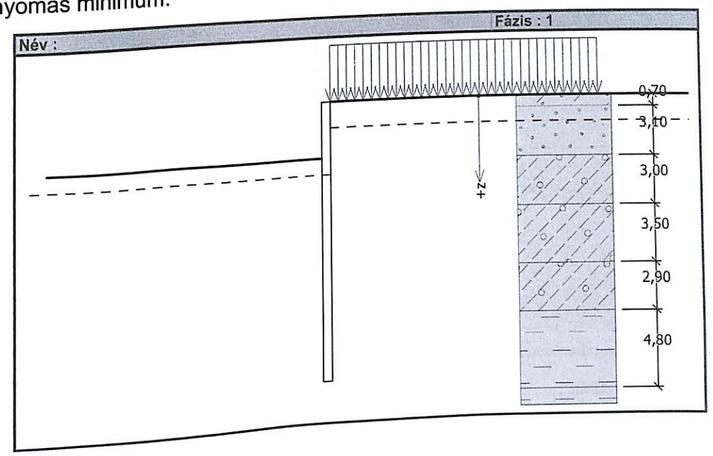


A rézsűállékonyság várhatóan megfelelő.

7.3. CSUKA UTCA FELŐLI RÉSTÁBLASOR VIZSGÁLATA

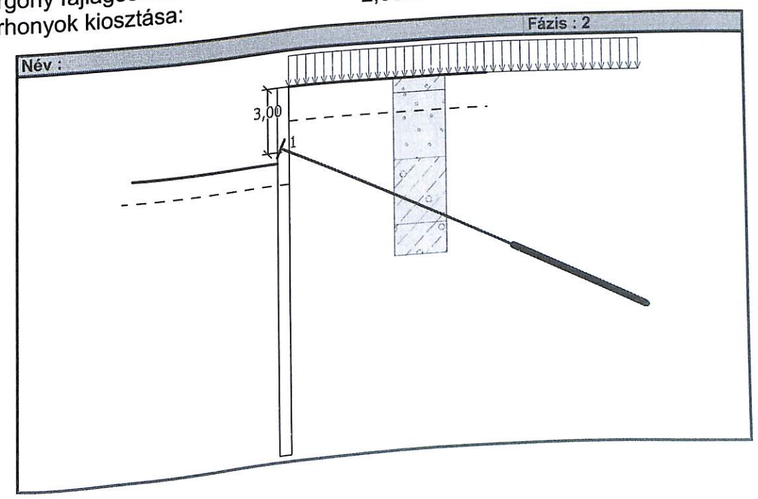
1. tervezési állapot és rétegfelépítés:
Fejtés 1. horgonyzási munkaszintig (ideiglenes)

- gödörfenékszint: -5,50m
- talajvíz kívül: -3,60m (ÉTV)
- talajvíz belül: -6,50m
- felszíni teher: 44kN/m^2 (2,0m föld+hasznos felszíni/jármű)
- földnyomás minimum: $\sigma_x \geq 0{,}2\sigma'_z$



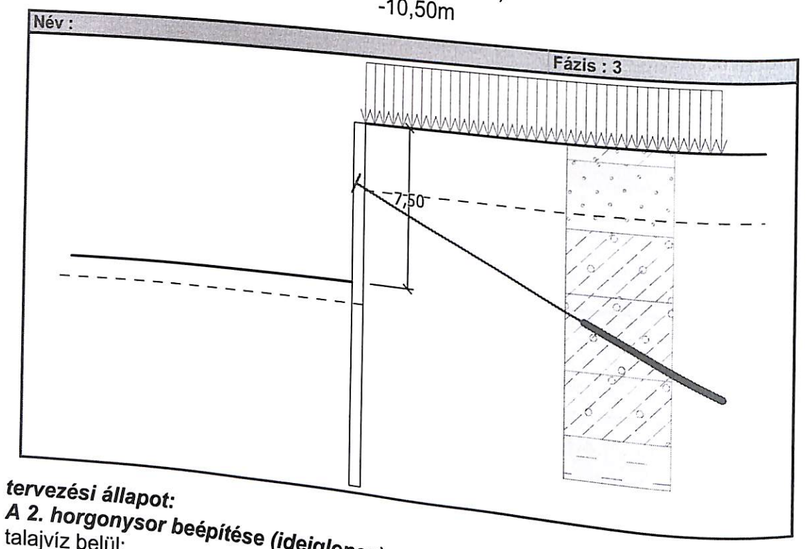
2. tervezési állapot:
Az 1. horgonysor beépítése (ideiglenes)

- 1. talajhorgony: mélység -4,70m; hossz 19m; befogás 7m; hajlás 25°
- horgony fajlagos előfeszítő erő: 300kN/m
- horhonyok kiosztása: 2,00m



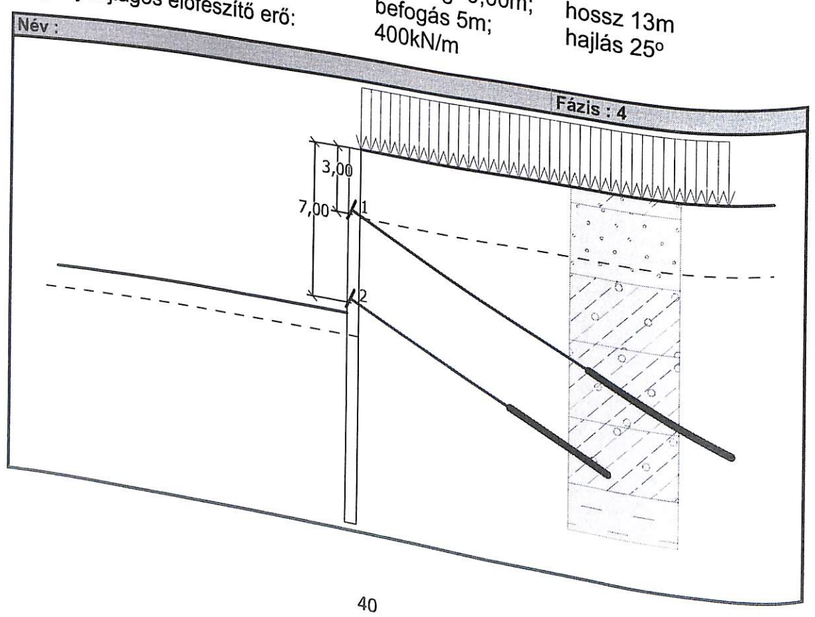
3. *tervezési állapot:*
Fejtés 2. horgonyzási munkaszintig (ideiglenes)

- gödörfenékszint: -9,50m
- talajvíz kívül: -3,60m (ÉTV)
- talajvíz belül: -10,50m



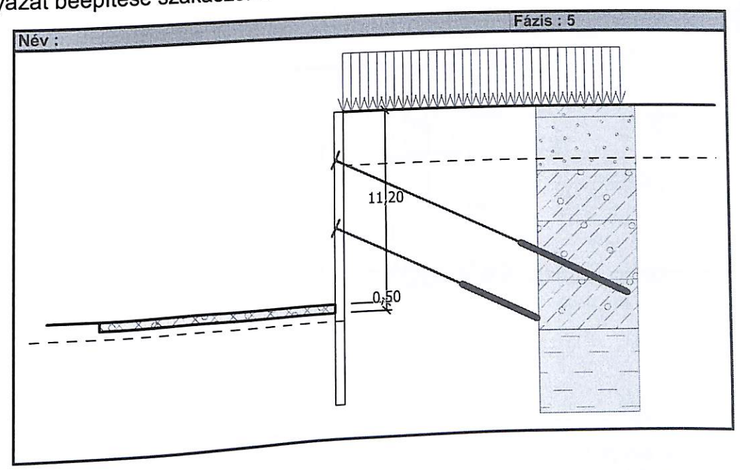
4. *tervezési állapot:*
A 2. horgonysor beépítése (ideiglenes)

- talajvíz belül: -10,50m
- 2. talajhorgony: mélység -9,00m; hossz 13m
  befogás 5m; hajlás 25°
- horgony fajlagos előfeszítő erő: 400kN/m



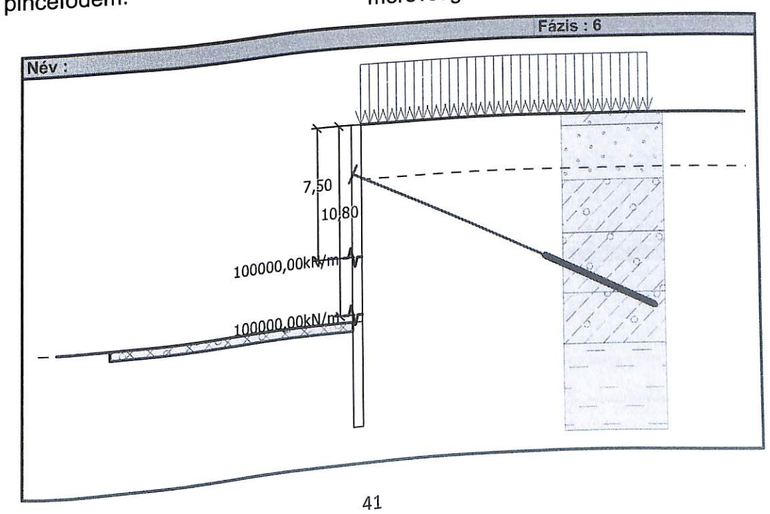
5. *tervezési állapot:*
Fejtés munkagödör végső fenéksíkjáig (ideiglenes)

- gödörfenékszint: -13,70m
- talajvíz kívül: -3,60m (ÉTV)
- talajvíz belül: -14,20m
- ágyazat beépítése szakaszolva



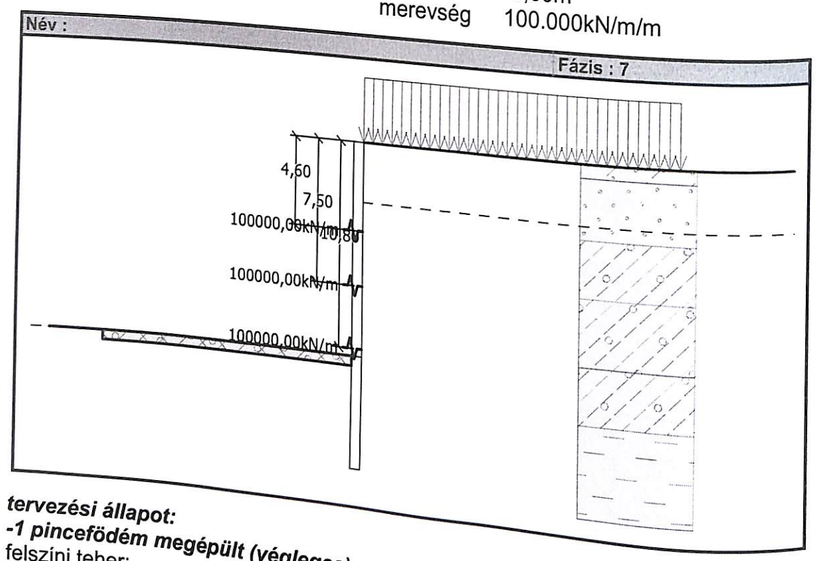
6. *tervezési állapot:*
Alaplemez és -3 pincefödém megépült, 2. horgonysor visszahúzva (ideiglenes)

- talajvíz kívül: -3,60m (ÉTV)
- talajvíz belül: -13,20m (alaplemez alsó sík)
- gödörfenékszint: -13,20m + 0,50m ágyazat
- alaplemez: súlyvonal -12,80m
  merevség 100.000kN/m/m
- -3 pincefödém: súlyvonal -9,50m
  merevség 100.000kN/m/m



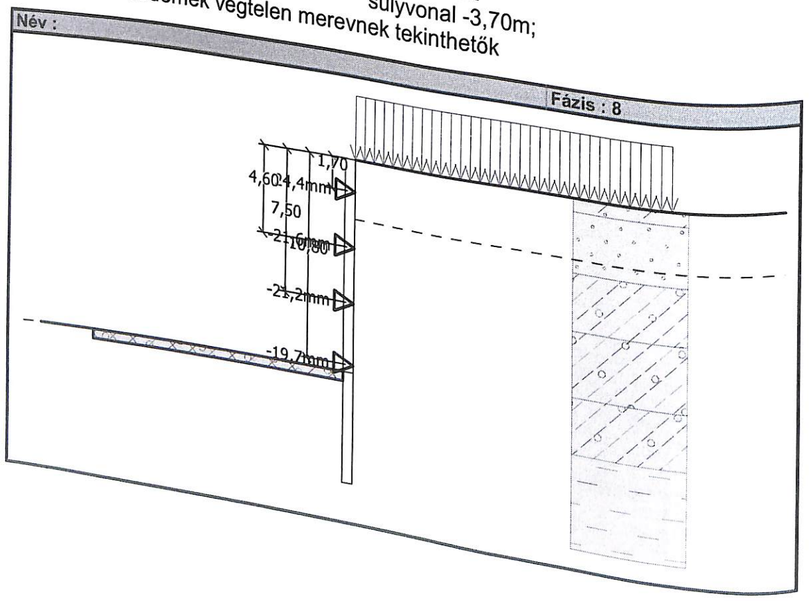
7. *tervezési állapot:*
-2 pincefödém megépült, 1. horgonysor visszahúzva (ideiglenes)

- -2 pincefödém: súlyvonal -6,60m
  merevség 100.000kN/m/m



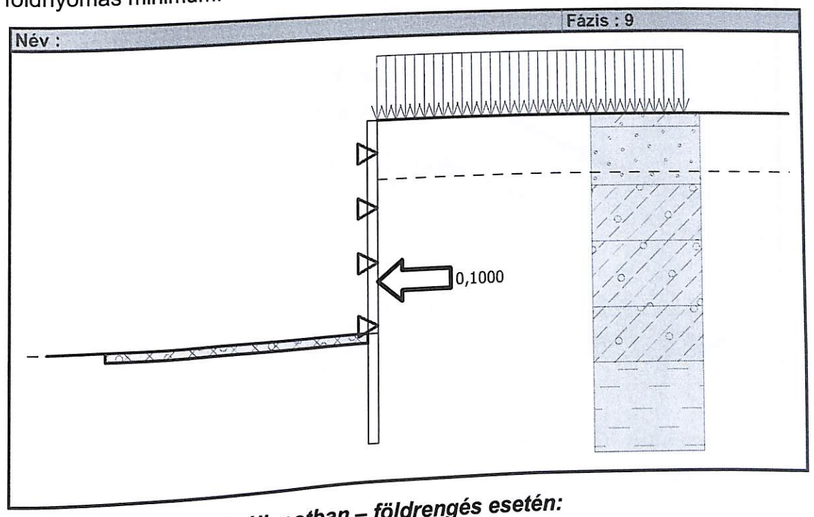
8. *tervezési állapot:*
-1 pincefödém megépült (végleges)

- felszíni teher: 44kN/m² (átlagolt érték)
- földnyomás minimum: $\sigma_x \geq 0,85\sigma'_z$
- -2 pincefödém: súlyvonal -3,70m;
- alaplemez és födémek végtelen merevnek tekinthetők

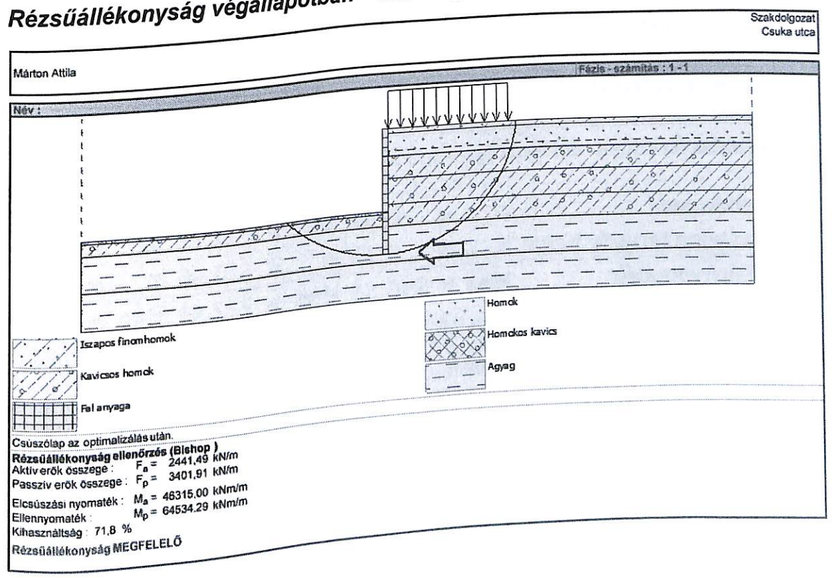


9. *tervezési állapot:*
Végállapotban földrengés történik (szeizmikus)

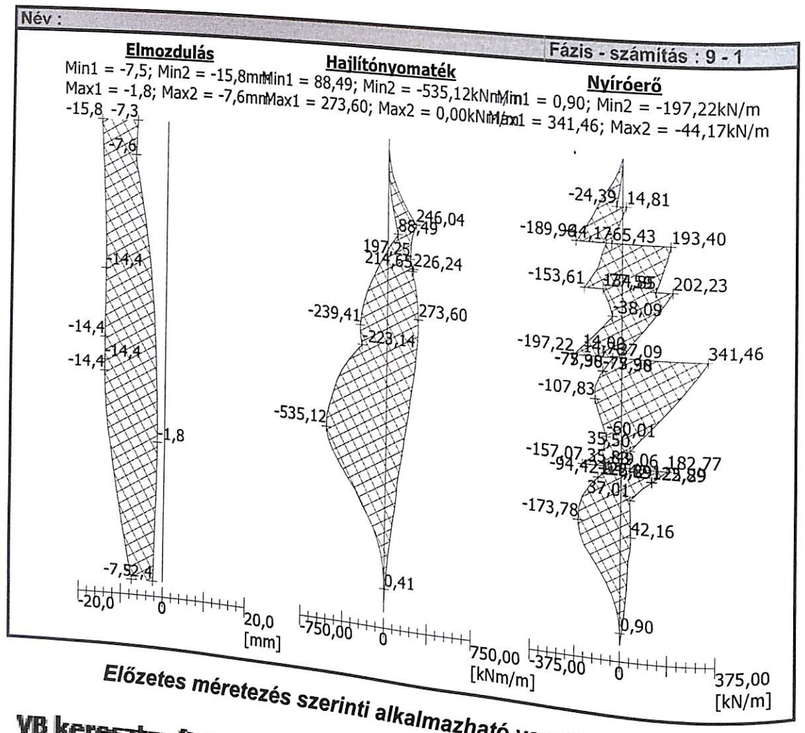
- talajvíz kívül: -3,60m (ÉTV)
- talajvíz belül: -13,20m (alaplemez alsó sík)
- felszíni teher: 33kN/m² (csak 2,0m föld)
- földnyomás minimum: $\sigma_x \geq 0,2\sigma'_z$



Rézsűállékonyság végállapotban – földrengés esetén:



Burkoló ábrák:



Előzetes méretezés szerinti alkalmazható vasalás: Φ20/10

VB keresztm (VB négyszög fal h = 0,80 m) ellenőrzése

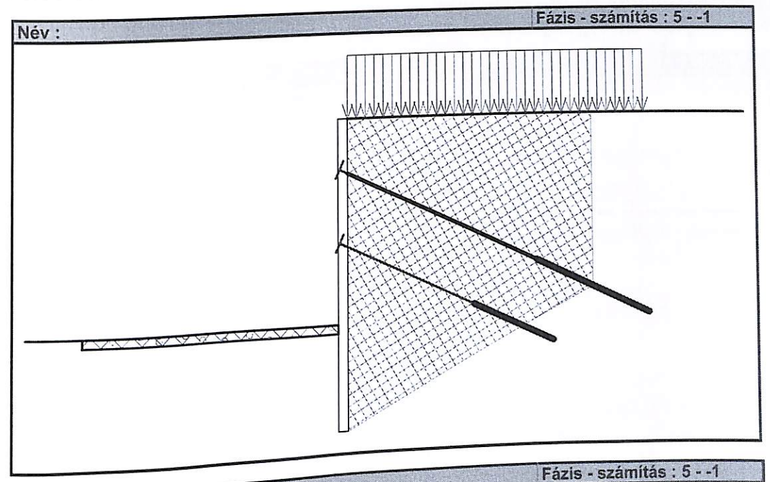
Minden kivitelezési fázist figyelembe vesz.
Teherbírás csökk. tényezője = 1,35

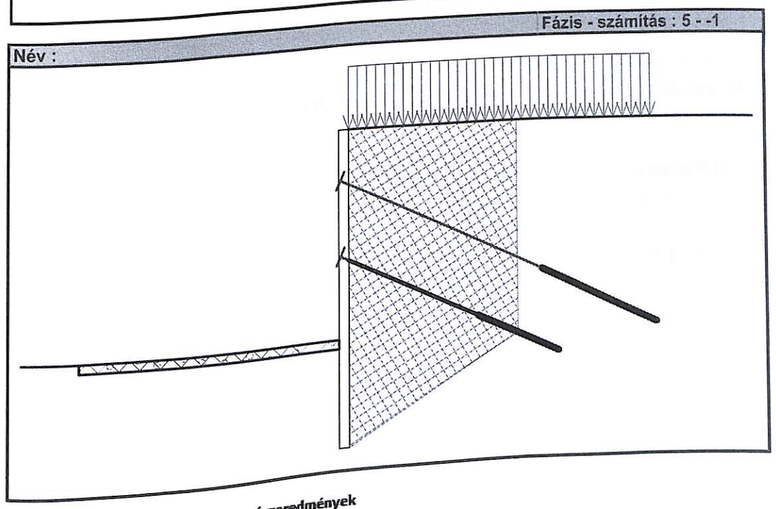
Vashányad
Semleges tengely helye
Határnyomaték

$\rho = 0{,}42\ \% > 0{,}13\ \% = \rho_{min}$
$x = 0{,}13\ m < 0{,}46\ m = x_{max}$
$M_{Rd} = 940{,}81\ kNm > 722{,}41\ kNm = M_{Ed}$

A keresztmetszetet minimum 1592,0 mm² területű vasalással kell ellátni.
Keresztmetszet MEGFELELŐ.

Belső stabilitás ellenőrzése:





Horgony rendszer belső stabilitása - részeredmények

E_A = 660,31 kN/m δ = 17,99 °
Elméleti alap mélysége a gödör aljától H_0 = 5,80 m

Horgony sor	E_{A1} [kN/m]	δ_1 [°]	G [kN/m]	C [kN/m]	θ [°]	Figyelembevett horgonysorok	Q [kN/m]	F [kN/m]	FK_{MAX} [kN]
1	250,16	30,18	4441,82	895,46	27,94	2	913,87	369,50	369,50
2	405,11	30,57	3182,41	831,32	30,31		-1500,25	601,34	601,34

Horgony rendszer belső stabilitásának vizsgálata

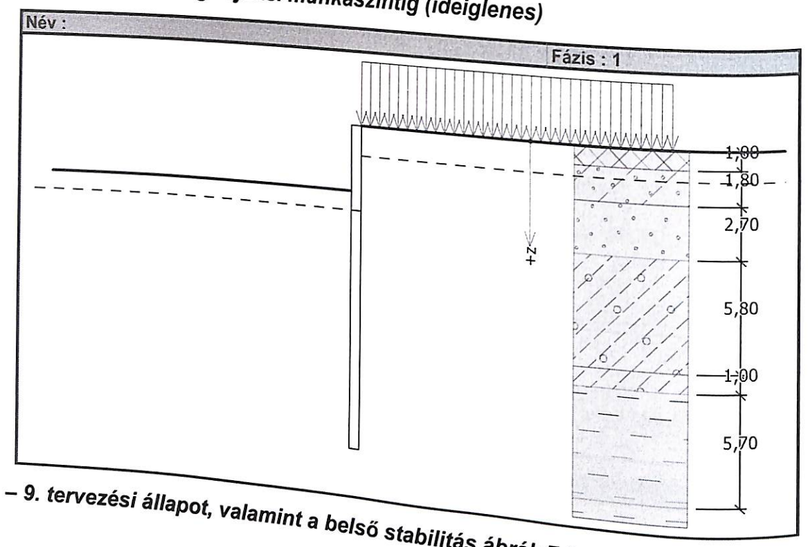
Sz.	Horgonyerő [kN]	Max. megeng. horgonyerő [kN]	Ellenőrzés
1	320,91	335,91	megfelelő
2	466,32	546,67	megfelelő

Mértékadó horgonysor: 1
Max. megengedett erő F_{max} = 335,91 kN > 320,91 kN = F_{inp}
Belső stabilitás teljes ellenőrzése MEGFELELŐ

7.4. BABÉR UTCA FELŐLI RÉSTÁBLASOR VIZSGÁLATA

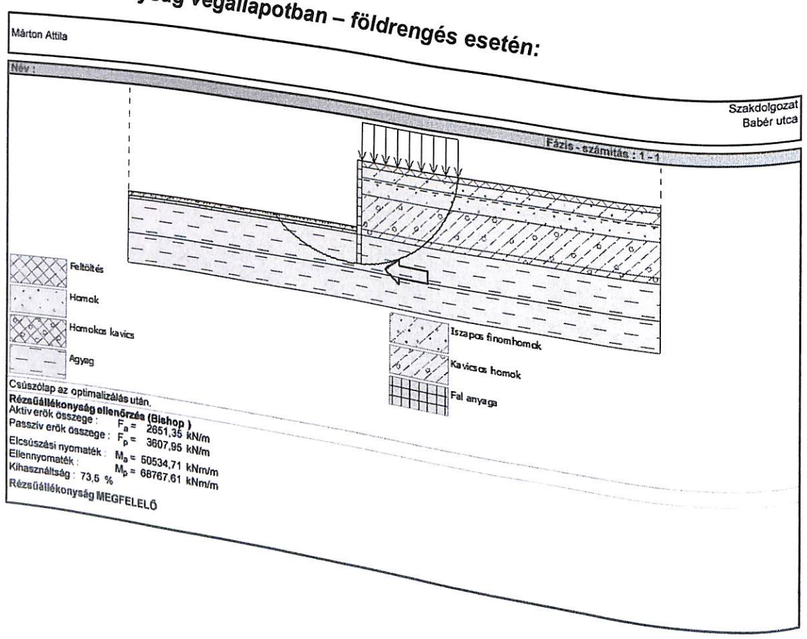
1. *Tervezési állapot és rétegfelépítés*

Fejtés 1. horgonyzási munkaszintig (ideiglenes)

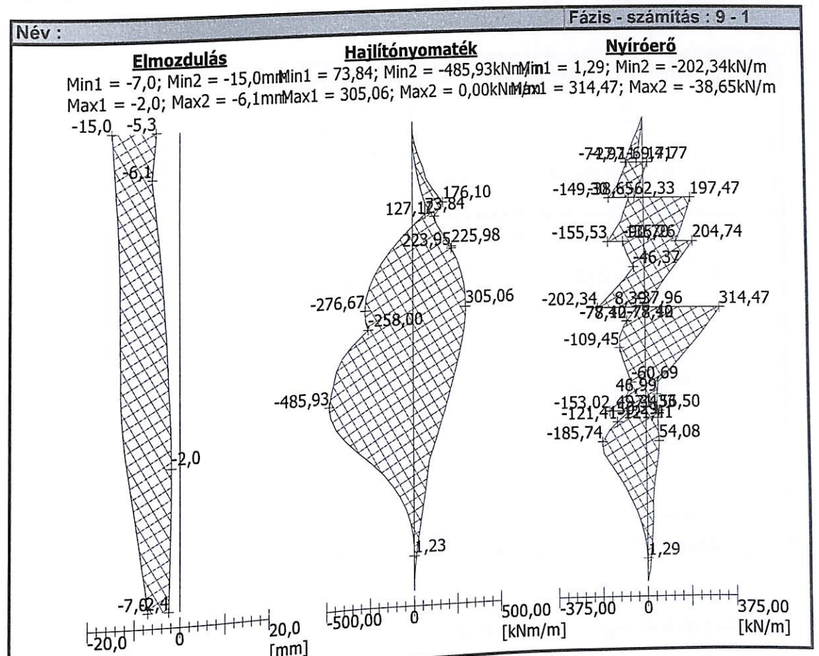


2. *– 9. tervezési állapot, valamint a belső stabilitás ábrák 7.3-as pont szerint.*

Rézsűállékonyság végállapotban – földrengés esetén:



Burkoló ábrák:



Előzetes méretezés szerinti alkalmazható vasalás: Φ20/10

VB keresztm (VB négyszög fal h = 0,80 m) ellenőrzése

Minden kivitelezési fázist figyelembe vesz.
Teherbírás csökk. tényezője = 1,35

Vashányad	ρ	= 0,42 %	> 0,13 %	= ρ_{min}
Semleges tengely helye	x	= 0,13 m	< 0,46 m	= x_{max}
Határnyomaték	M_{Rd}	= 940,81 kNm	> 665,44 kNm	= M_{Ed}

A keresztmetszetet minimum 1450,9 mm² területű vasalással kell ellátni.
Keresztmetszet MEGFELELŐ.

Belső stabilitás ellenőrzése:

Horgony rendszer belső stabilitása - részeredmények

E_A = 647,50 kN/m δ = 16,65 °
Elméleti alap mélysége a gödör aljától H_0 = 5,80 m

Horgony sor	E_{A1} [kN/m]	δ_1 [°]	G [kN/m]	C [kN/m]	θ [°]	Figyelembevett horgonysorok	Q [kN/m]	F [kN/m]	FK_{MAX} [kN]
1	249,58	29,12	4456,88	1107,55	27,94	2	-71,45	453,40	453,40
2	406,17	29,79	3204,92	1028,22	30,31		-1417,74	650,68	650,68

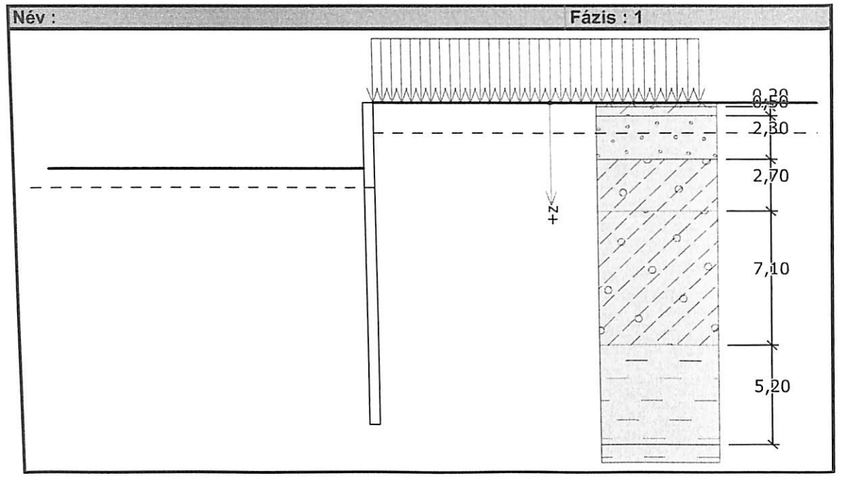
Horgony rendszer belső stabilitásának vizsgálata

Sz.	Horgonyerő [kN]	Max. megeng. horgonyerő [kN]	Ellenőrzés
1	314,63	412,19	megfelelő
2	453,45	591,53	megfelelő

Mértékadó horgonysor: 2
Max. megengedett erő F_{max} = 591,53 kN > 453,45 kN = F_{inp}
Belső stabilitás teljes ellenőrzése MEGFELELŐ

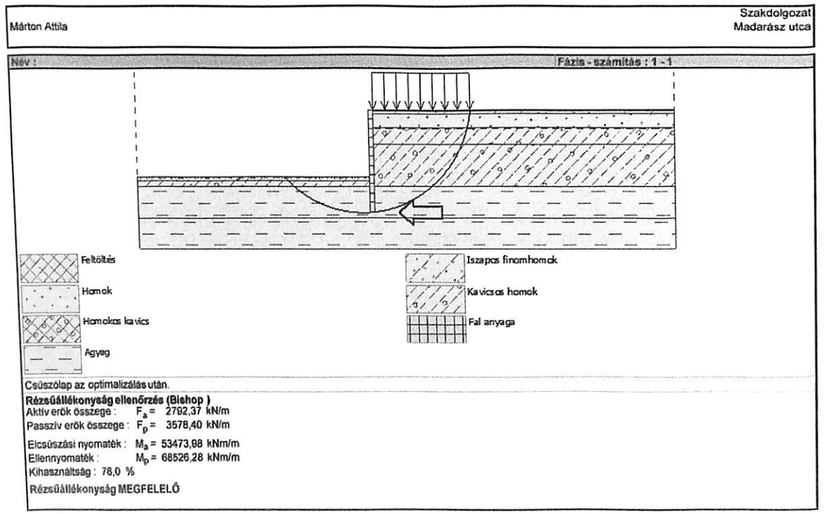
7.5. MADARÁSZ VIKTOR UTCA FELŐLI RÉSTÁBLASOR VIZSGÁLATA

1. ***Tervezési állapot és rétegfelépítés***
   Fejtés 1. horgonyzási munkaszintig (ideiglenes)

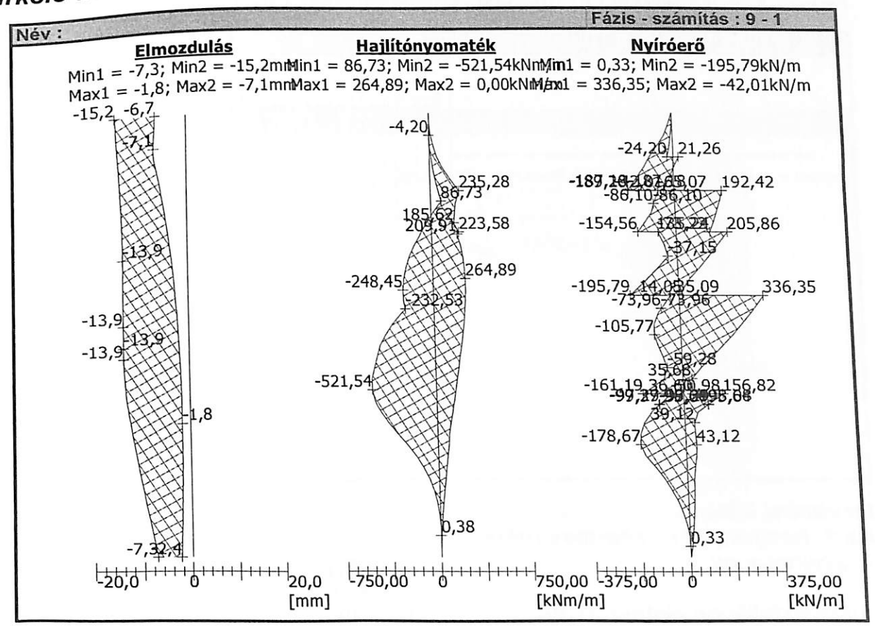


2. ***- 9. tervezési állapot, valamint a belső stabilitás ábrák 7.3-as pont szerint.***

Rézsűállékonyság végállapotban – földrengés esetén:



Burkoló ábrák:



Előzetes méretezés szerinti alkalmazható vasalás: Φ20/10

VB keresztm (VB négyszög fal h = 0,80 m) ellenőrzése
Minden kivitelezési fázist figyelembe vesz.
Teherbírás csökk. tényezője = 1,35

Vashányad	ρ	=	0,42 %	>	0,13 %	= ρ_{min}
Semleges tengely helye	x	=	0,13 m	<	0,46 m	= x_{max}
Határnyomaték	M_{Rd}	=	940,81 kNm	>	719,19 kNm	= M_{Ed}

A keresztmetszetet minimum 1550,8 mm² területű vasalással kell ellátni.
Keresztmetszet MEGFELELŐ.

Belső stabilitás ellenőrzése:

Horgony rendszer belső stabilitása - részeredmények
E_A = 648,46 kN/m δ = 17,62 °
Elméleti alap mélysége a gödör aljától H_0 = 5,80 m

Horgony sor	E_{A1} [kN/m]	δ_1 [°]	G [kN/m]	C [kN/m]	θ [°]	Figyelembevett horgonysorok	Q [kN/m]	F [kN/m]	FK_{MAX} [kN]
1	247,87	30,39	4491,91	989,72	27,94	2	465,70	394,57	394,57
2	402,74	30,70	3221,49	918,83	30,31		-1423,38	612,64	612,64

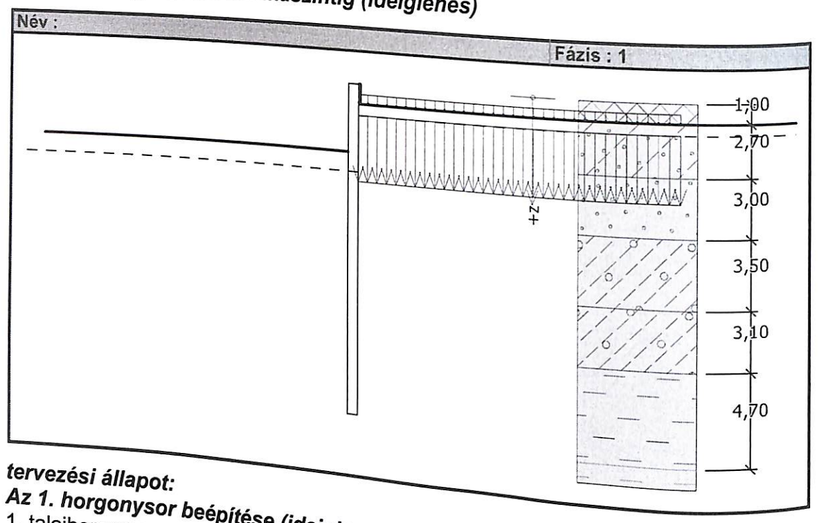
Horgony rendszer belső stabilitásának vizsgálata

Sz.	Horgonyerő [kN]	Max. megeng. horgonyerő [kN]	Ellenőrzés
1	319,42	358,70	megfelelő
2	462,68	556,95	megfelelő

Mértékadó horgonysor: 1
Max. megengedett erő F_{max} = 358,70 kN > 319,42 kN = F_{inp}
Belső stabilitás teljes ellenőrzése MEGFELELŐ

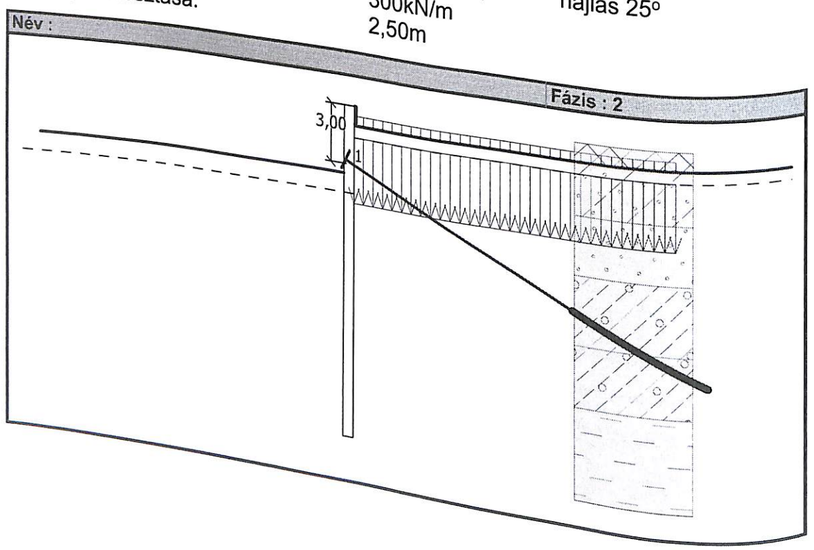
7.6. MELLÉÉPÍTÉS FELŐLI RÉSTÁBLASOR VIZSGÁLATA

1. ***Tervezési állapot és rétegfelépítés***
   Fejtés 1. horgonyzási munkaszintig (ideiglenes)

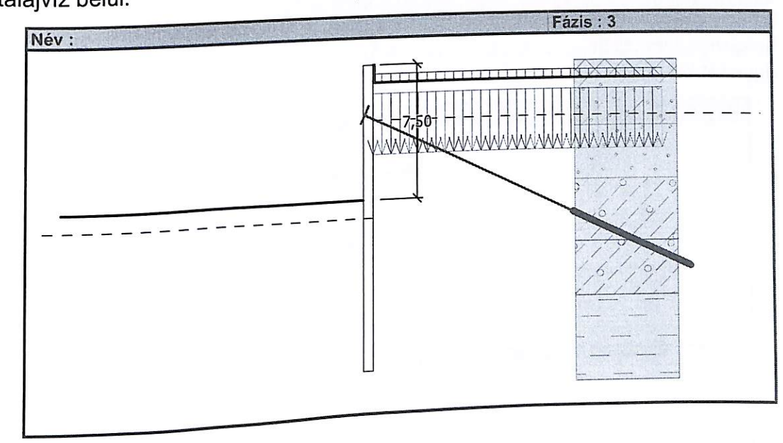


2. ***tervezési állapot:***
   Az 1. horgonysor beépítése (ideiglenes)
   - 1. talajhorgony:
   - horgony fajlagos előfeszítő erő: 300kN/m
   - horhonyok kiosztása: 2,50m

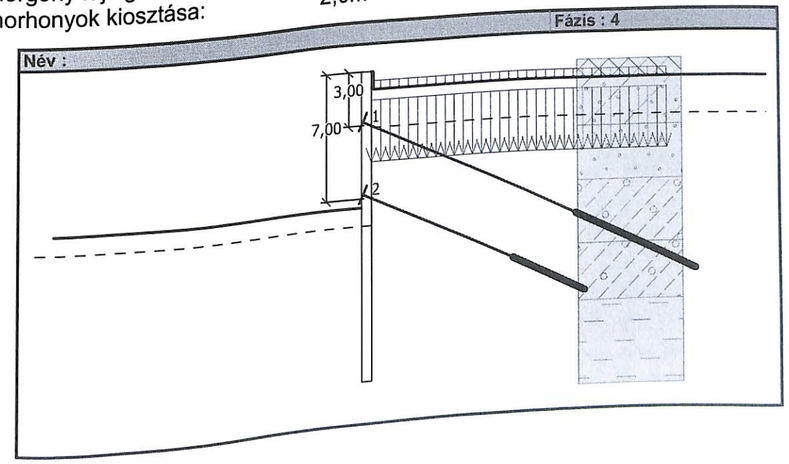
   mélység -4,70m; befogás 7m; hossz 20,5m hajlás 25°



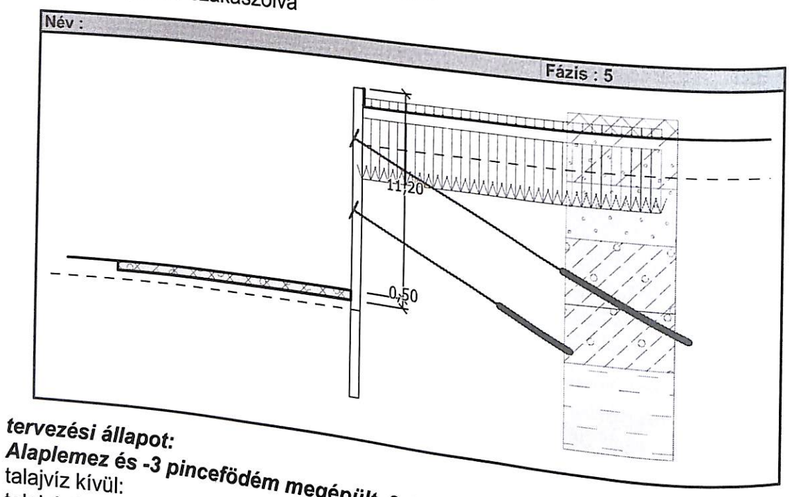
3. ***tervezési állapot:***
   Fejtés 2. horgonyzási munkaszintig (ideiglenes)
   - gödörfenékszint: -9,50m
   - talajvíz kívül: -3,60m (ÉTV)
   - talajvíz belül: -10,50m



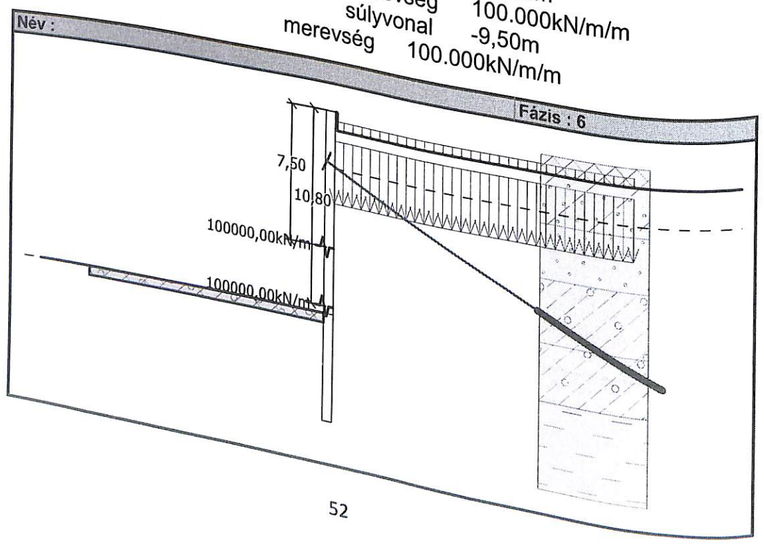
4. ***tervezési állapot:***
   A 2. horgonysor beépítése (ideiglenes)
   - talajvíz belül: -10,50m
   - 2. talajhorgony: mélység -9,00m; befogás 5m; hossz 13,5m hajlás 25°
   - horgony fajlagos előfeszítő erő: 400kN/m
   - horhonyok kiosztása: 2,0m



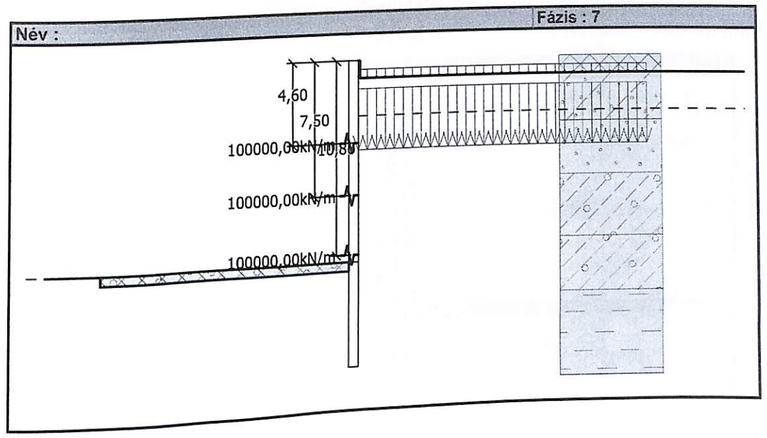
5. ***tervezési állapot:***
Fejtés munkagödör végső fenéksíkjáig (ideiglenes)
- gödörfenékszint: -13,70m
- talajvíz kívül: -3,60m (ÉTV)
- talajvíz belül: 14,20m
- hotgony utófeszírés: 500kN
- ágyazat beépítése szakaszolva



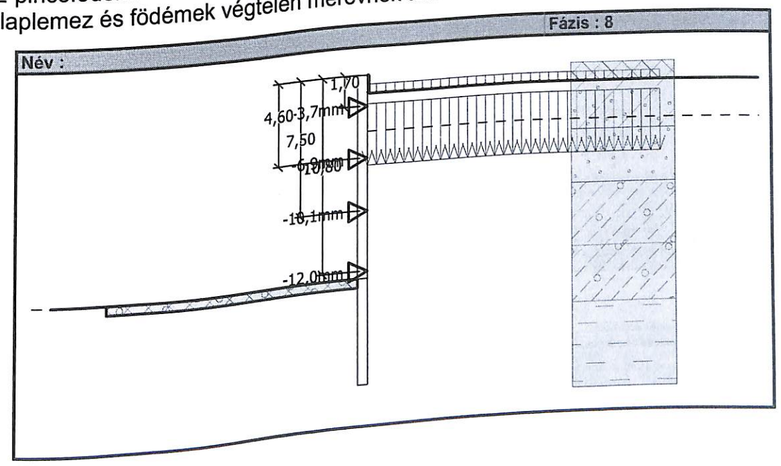
6. ***tervezési állapot:***
Alaplemez és -3 pincefödém megépült, 2. horgonysor visszahúzva (ideiglenes)
- talajvíz kívül: -3,60m (ÉTV)
- talajvíz belül: -13,20m (alaplemez alsó sík)
- gödörfenékszint: 13,20m + 0,50m ágyazat
- alaplemez: súlyvonal -12,80m
merevség 100.000kN/m/m
- -3 pincefödém: súlyvonal -9,50m
merevség 100.000kN/m/m



7. ***tervezési állapot:***
-2 pincefödém megépült, 1. horgonysor visszahúzva (ideiglenes)
- -2 pincefödém: súlyvonal-6,60m
merevség 100.000kN/m/m

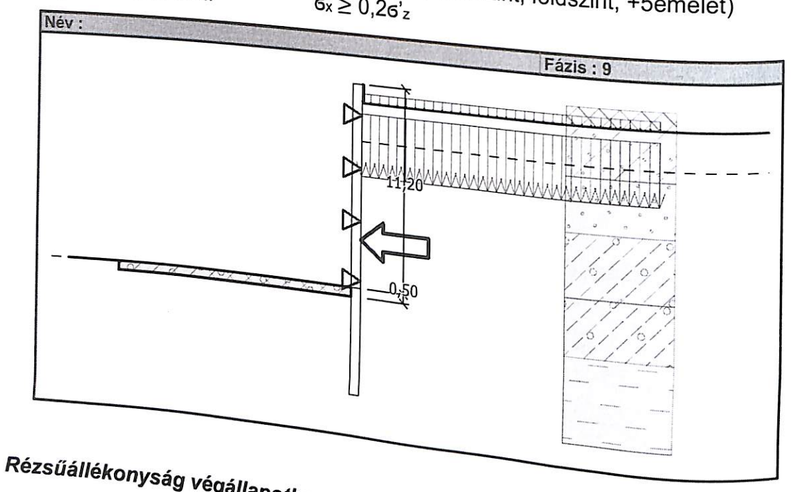


8. ***tervezési állapot:***
-1 pincefödém megépült (végleges)
- felszíni teher: 44kN/m^2 (átlagolt érték)
- földnyomás minimum: $\sigma_x \geq 0{,}85\sigma'_z$
- -2 pincefödém: súlyvonal -3,70m
- alaplemez és födémek végtelen merevnek tekinthetők

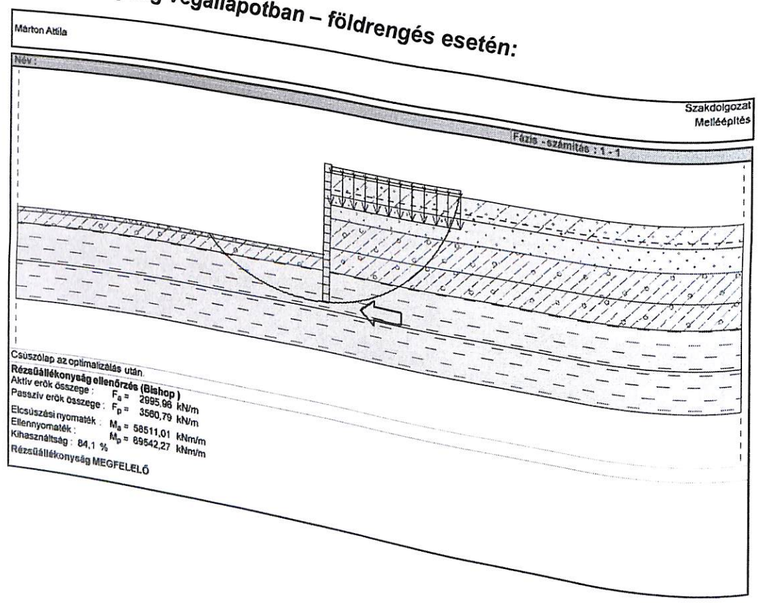


9. *tervezési állapot:*
Végállapotban földrengés történik (szeizmikus)

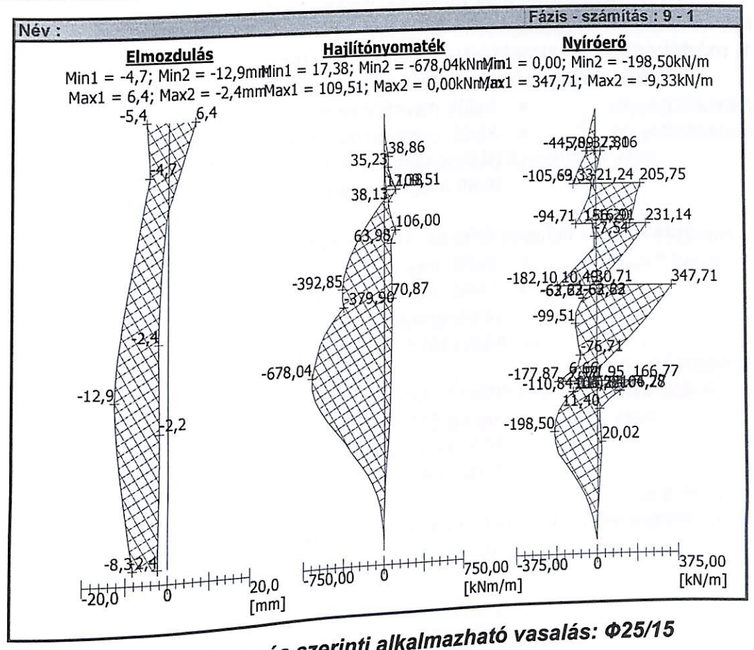
- talajvíz kívül: -3,60m (ÉTV)
- talajvíz belül: -13,20m (alaplemez alsó sík)
- melléépítés terhe: 70kN/m²(-1 pinceszint, földszint, +5emelet)
- földnyomás minimum: $\sigma_x \geq 0{,}2\sigma'_z$



Rézsűállékonyság végállapotban – földrengés esetén:



Burkoló ábrák:



Előzetes méretezés szerinti alkalmazható vasalás: Φ25/15

VB keresztm (VB négyszög fal h = 0,80 m) ellenőrzése

Minden kivitelezési fázist figyelembe vesz.
Teherbírás csökk. tényezője = 1,35

Vashányad	ρ	=	0,44 %	>	0,13 %	= ρ_{min}
Semleges tengely helye	x	=	0,13 m	<	0,45 m	= x_{max}
Határnyomaték	M_{Rd}	=	973,86 kNm	>	915,36 kNm	= M_{Ed}

A keresztmetszetet minimum 1626,6 mm² területű vasalással kell ellátni.
Keresztmetszet MEGFELELŐ.

Belső stabilitás ellenőrzése:

Horgony rendszer belső stabilitása - részeredmények

E_A = 712,59 kN/m δ = 18,48 °
Elméleti alap mélysége a gödör aljától H_0 = 5,80 m

Horgony sor	E_{A1} [kN/m]	δ_1 [°]	G [kN/m]	C [kN/m]	θ [°]	Figyelembevett horgonysorok	Q [kN/m]	F [kN/m]	FK_{MAX} [kN]
1	222,40	29,52	5087,72	984,67	24,51	2	-4976,64	706,40	706,40
2	388,08	30,18	3584,73	892,89	27,22		-3258,36	845,77	845,77

Horgony rendszer belső stabilitásának vizsgálata

Sz.	Horgonyerő [kN]	Max. megeng. horgonyerő [kN]	Ellenőrzés
1	294,46	642,18	megfelelő
2	500,00	768,89	megfelelő

Mértékadó horgonysor: 2
Max. megengedett erő F_{max} = 768,89 kN > 500,00 kN = F_{inp}
Belső stabilitás teljes ellenőrzése MEGFELELŐ

7.7. IGÉNYBEVÉTELEK TERVEZÉSI ÉRTÉKÉNEK SZÁMÍTÁSA

7.7.1. Igénybevételek tervezési értéke teherbírási határállapotban – ULS

Igénybevételek tervezési értéke DA-2 szerint: $E_{Ed}=1,35xE_{Ek}$

1. mértékadó keresztmetszet: Csuka utca

- hajlítás - fajlagos értékek, 1m széles résfalszakaszra vetítve
  - belül: m_{Ek}=535kNm/m **m_{Ed}=722kNm/m**
  - kívül: m_{Ek}=0,9*306=275kNm/m **m_{Ed}=371kNm/m**
  (0,9-es csökkentő tényező a közvetlen megtámasztás miatt megengedett)

- normálerő - fajlagos értékek, 1m széles résfalszakaszra vetítve
  - belül: m_{Ek}=0kNm/m **m_{Ed}=0kN/m**
  - kívül: m_{Ek}=0kNm/m **m_{Ed}=0kN/m**
  (a horgonyerő függőleges komponense elhanyagolható mivel relatív kicsi, és csak ideiglenesen hat)

- nyíróerő - fajlagos értékek, 1m széles résfalszakaszra vetítve
  - v_{Ek}=0,8*341=273kNm/m **v_{Ed}=368kN/m**
  (0,8-as csökkentő tényező a közvetlen megtámasztás miatt megengedett)

- horgonyerő – alsó horgonysor a mértékadó
  - p_{Ek}=466kNm/m
  - 2,00*629= **p_{Ed}=629kN/m**
  P_{Ed}=1258kN
  (2,50m-es horgonykiosztást feltételezve egy horgonyra jutó erő)

2. mértékadó keresztmetszet: Melléépítés

- hajlítás - fajlagos értékek, 1m széles résfalszakaszra vetítve
  - belül: m_{Ek}=678kNm/m **m_{Ed}=915kNm/m**
  - kívül: m_{Ek}=0,9*110=351kNm/m **m_{Ed}=134kNm/m**
  (0,9-es csökkentő tényező a közvetlen megtámasztás miatt megengedett)

- normálerő - fajlagos értékek, 1m széles résfalszakaszra vetítve
  - belül: m_{Ek}=0kNm/m **m_{Ed}=0kN/m**
  - kívül: m_{Ek}=0kNm/m **m_{Ed}=0kN/m**
  (a horgonyerő függőleges komponense elhanyagolható relatív kicsi, és csak ideiglenesen hat)

- nyíróerő - fajlagos értékek, 1m széles résfalszakaszra vetítve
  - v_{Ek}=0,8*348=278kNm/m **v_{Ed}=376kN/m**
  (0,8-as csökkentő tényező a közvetlen megtámasztás miatt megengedett)

- horgonyerő – alsó horgonysor a mértékadó
  - p_{Ek}=500kNm/m
  - 2,00*675= **p_{Ed}=675kN/m**
  P_{Ed}=1350kN
  (2,00m-es horgonykiosztást feltételezve egy horgonyra jutó erő)

7.7.2. Igénybevételek tervezési értéke használhatósági határállapotban – SLS

Igénybevételek tervezési értéke DA-2 szerint: $E_{Eser}=E_{Ek}$

1. mértékadó keresztmetszet: Babér utca

- hajlítás - fajlagos értékek, 1m széles résfalszakaszra vetítve
  - belül: m_{Eser}= **m_{Ed}=535kNm/m**
  - kívül: m_{Ek}=0,9*305= **m_{Ed}=275kNm/m**
  (stabilizálódó végállapotban figyelembe véve)

- alakváltozás
  - résfal tetején: **e_{xk}=15,8mm**
  - alján: **e_{xk}=7,5mm**

2. mértékadó keresztmetszet: Melléépítés

- hajlítás - fajlagos értékek, 1m széles résfalszakaszra vetítve
  - belül: m_{Eser}= **m_{Ed}=538kNm/m**
  - kívül: m_{Ek}=0,9*106= **m_{Ed}=95kNm/m**
  (stabilizálódó végállapotban figyelembe véve)

- alakváltozás
  - résfal tetején: **e_{xk}=-6,4mm**
  - résfal mezőben: **e_{xk}=12,9mm**

8. HATÁRÁLLAPOTOK ELLENŐRZÉSE

8.1. TEHERBÍRÁSI HATÁRÁLLAPOTOK - ULS

8.1.1. Résfal keresztmetszet ellenőrzése, vasalása – STR

Hajlítás

A nyomott vasak kedvező hatásától a technológiából adódó esetleges jelentős kivitelezési pontatlanság miatt a biztonság javára eltekintek, a nyomott oldali vasalást mindenütt *Φ16/200*-os átmérővel és kiosztással veszem figyelembe, a kengyelezést *Φ12/300*-al.

1. keresztmetszet - belső oldal erősített vasalás

Mértékadó nyomaték: 722 kNm

Geometria:
szélesség: 1000 mm
vastagság: 800 mm

$c_{min,dur}$: 50 mm

Vasalás: betonacél jele: B 500 f_{yd}= 435 N/mm²

	átmérő	kiosztás	terület
húzott vasalás:	Φ 20 mm	- mm	- mm²
nyomott vasalás:	Φ 16 mm	200 mm	1005 mm²
kengyel:	Φ 12 mm	300 mm	79 mm²

Beton: beton jele: C 20 / 25 d_{max}= 32 mm f_{cd}= 13,3 N/mm² f_{ctm}= 2,2 N/mm²

Vasalás tervezés:

c_{nom}= 10 mm + max | 20 mm; 50 mm; 10 mm | = 60 mm

d= 718 mm
15* 16 = 240 mm

A nyomott oldali vasalás NEM dolgozik.

Tervezés:

ΣM=0 -> x_c

0= 6667 x_c^2 - 9573333 x_c + 722000000
x_c = 79,86 mm határon belül x_{c0} = 351,82 mm

ΣN=0 -> A_s

$A_{s,min}$= 2449 mm²

Φ 20 / 125 mm
A_{stk}= 2513 mm²

Ellenőrzés:

Ellenállás:

x_c = 81,95 mm
M_{Rd}= 740 kN/mm²

M_{Ed}/M_{Rd}= 0,98 Megfelelő!

Szerkesztési szabályok:
betonacélok közti távolság: a_{min}=max | 20 mm; 20 mm; 37 mm | = 37 mm Megfelelő!
a_{max}= 400 mm
minimális húzott vashányad: $A_{s,min}$= 1077 mm² Megfelelő!
maximális vashányad: $A_{s,max}$= 32000 mm² Megfelelő!

Alkalmazott vasalás: Φ20/125 (burkolóábra RF-3 tervlapon)

1. keresztmetszet - belső oldal végigmenő vasalás

Mértékadó nyomaték: 371 kNm

Geometria:
szélesség: 1000 mm
vastagság: 800 mm

$c_{min,dur}$: 50 mm

Vasalás: betonacél jele: B 500 f_{yd}= 435 N/mm²

	átmérő	kiosztás	terület
húzott vasalás:	Φ 20 mm	- mm	- mm²
nyomott vasalás:	Φ 16 mm	200 mm	1005 mm²
kengyel:	Φ 12 mm	300 mm	79 mm²

Beton: beton jele: C 20 / 25 d_{max}= 32 mm f_{cd}= 13,3 N/mm² f_{ctm}= 2,2 N/mm²

Vasalás tervezés:

c_{nom}= 10 mm + max | 20 mm; 50 mm; 10 mm | = 60 mm

d= 718 mm
15* 16 = 240 mm

A nyomott oldali vasalás NEM dolgozik.

Tervezés:

ΣM=0 -> x_c

0= 6667 x_c^3 - 9573333 x_c + 3,71E+08
x_c = 39,86 mm határon belül x_{c0} = 351,82 mm

ΣN=0 -> A_s

$A_{s,min}$= 1222 mm²

Φ 20 / 250 mm
A_{stk}= 1257 mm²

Ellenőrzés:

Ellenállás:

x_c = 40,99 mm
M_{Rd}= 381 kN/mm²

M_{Ed}/M_{Rd}= 0,97 Megfelelő!

Szerkesztési szabályok:
betonacélok közti távolság: a_{min}=max | 20 mm; 20 mm; 37 mm | = 37 mm Megfelelő!
a_{max}= 400 mm Megfelelő!
minimális húzott vashányad: $A_{s,min}$= 1077 mm² Megfelelő!
maximális vashányad: $A_{s,max}$= 32000 mm² Megfelelő!

Alkalmazott vasalás: Φ20/250 (burkolóábra RF-3 tervlapon)

1. keresztmetszet - külső oldal végigmenő vasalás

Mértékadó nyomaték: 371 kNm

Geometria:
szélesség: 1000 mm
vastagság: 800 mm

$c_{min,dur}$: 50 mm

Vasalás: betonacél jele: B 500 f_{yd}= 435 N/mm²

	átmérő	kiosztás	terület
húzott vasalás:	Φ 16 mm	- mm	- mm²
nyomott vasalás:	Φ 16 mm	200 mm	1005 mm²
kengyel:	Φ 12 mm	300 mm	79 mm²

Beton: beton jele: C 20 / 25 f_{cd}= 13,3 N/mm²
d_{max}= 32 mm f_{ctm}= 2,2 N/mm²

Vasalás tervezés:

c_{nom}= 10 mm + max | 16 mm; 50 mm; 10 mm | = 60 mm

d= 720 mm
15* 16 = 240 mm

A nyomott oldali vasalás NEM dolgozik.

Tervezés:

ΣM=0 --> x_c

0= 6667 x_c^2 - 9600000 x_c + 371000000
x_c = 39,74 mm határon belül
x_{c0} = 352,80 mm

ΣN=0 --> A_s

$A_{s,min}$= 1219 mm²

Φ 16 / 125 mm
$A_{s,tk}$= 1608 mm²

Ellenőrzés:

Ellenállás:

x_c = 52,43 mm
M_{Rd}= 485 kN/mm²

M_{Ed}/M_{Rd}= 0,76 Megfelelő!

Szerkesztési szabályok:
betonacélok közti távolság: a_{min}=max | 16 mm; 20 mm; 37 mm | = 37 mm Megfelelő!
a_{max}= 400 mm
minimális húzott vashányad: $A_{s,min}$= 1080 mm² Megfelelő!
maximális vashányad: $A_{s,max}$= 32000 mm² Megfelelő!

Alkalmazott vasalás: Φ16/125 (burkolóábra RF-3 tervlapon)

2. keresztmetszet - belső oldal erősített vasalás

Mértékadó nyomaték: 915 kNm

Geometria:
szélesség: 1000 mm
vastagság: 800 mm

$c_{min,dur}$: 50 mm

Vasalás: betonacél jele: B 500 f_{yd}= 435 N/mm²

	átmérő	kiosztás	terület
húzott vasalás:	Φ 22 mm	- mm	- mm²
nyomott vasalás:	Φ 16 mm	200 mm	1005 mm²
kengyel:	Φ 12 mm	300 mm	79 mm²

Beton: beton jele: C 20 / 25 f_{cd}= 13,3 N/mm²
d_{max}= 32 mm f_{ctm}= 2,2 N/mm²

Vasalás tervezés:

c_{nom}= 10 mm + max | 22 mm; 50 mm; 10 mm | = 60 mm

d= 717 mm
15* 16 = 240 mm

A nyomott oldali vasalás NEM dolgozik.

Tervezés:

ΣM=0 --> x_c

0= 6667 x_c^2 - 9560000 x_c + 9,15E+08
x_c = 103,13 mm határon belül
x_{c0} = 351,33 mm

ΣN=0 --> A_s

$A_{s,min}$= 3163 mm²

Φ 22 / 100 mm
$A_{s,tk}$= 3801 mm²

Ellenőrzés:

Ellenállás:

x_c = 123,95 mm
M_{Rd}= 1083 kN/mm²

M_{Ed}/M_{Rd}= 0,85 Megfelelő!

Szerkesztési szabályok:
betonacélok közti távolság: a_{min}=max | 22 mm; 20 mm; 37 mm | = 37 mm Megfelelő!
a_{max}= 400 mm
minimális húzott vashányad: $A_{s,min}$= 1075,5 mm² Megfelelő!
maximális vashányad: $A_{s,max}$= 32000 mm² Megfelelő!

Alkalmazott vasalás: Φ22/100 (burkolóábra RF-6 tervlapon)

2. keresztmetszet - belső oldali végigmenő vasalás

Mértékadó nyomaték: 531 kNm

Geometria:
szélesség: 1000 mm
vastagság: 800 mm

$c_{min,dur}$: 50 mm

Vasalás: betonacél jele: B 500 f_{yd}= 435 N/mm²

	átmérő	kiosztás	terület
húzott vasalás:	Φ 22 mm	- mm	- mm²
nyomott vasalás:	Φ 16 mm	200 mm	1005 mm²
kengyel:	Φ 12 mm	300 mm	79 mm²

Beton: beton jele: C 20 / 25 f_{cd}= 13,3 N/mm²
d_{max}= 32 mm f_{ctm}= 2,2 N/mm²

Vasalás tervezés:

c_{nom}= 10 mm + max | 22 mm; 50 mm; 10 mm | = 60 mm

d= 717 mm
15* 16 = 240 mm

A nyomott oldali vasalás NEM dolgozik.

Tervezés:

ΣM=0 --> x_c

0= 6667 x_c^2 - 9560000 x_c + 5,31E+08
x_c = 57,88 mm határon belül
x_{c0} = 351,33 mm

ΣN=0 --> A_s

A_{min}= 1775 mm²

Φ 22 / 200 mm
A_{alk}= 1901 mm²

Ellenőrzés:

Ellenállás:
x_c = 61,99 mm
M_{Rd}= 567 kN/mm²

M_{Ed}/M_{Rd}= 0,94 Megfelelő!

Szerkesztési szabályok:
betonacélok közti távolság: a_{min}=max | 22 mm; 20 mm; 37 mm | = 37 mm Megfelelő!
a_{max}= 400 mm
minimális húzott vashányad: $A_{s,min}$= 1075,5 mm² Megfelelő!
maximális vashányad: $A_{s,max}$= 32000 mm² Megfelelő!

Megfelelő!

Alkalmazott vasalás: Φ22/200 (burkolóábra RF-6 tervlapon)

2. keresztmetszet - külső oldali végigmenő vasalás

Mértékadó nyomaték: 134 kN/mm²

Geometria:
szélesség: 1000 mm
vastagság: 800 mm

$c_{min,dur}$: 50 mm

Vasalás: betonacél jele: B 500 f_{yd}= 435 N/mm²

	átmérő	kiosztás	terület
húzott vasalás:	Φ 18 mm	- mm	- mm²
nyomott vasalás:	Φ 16 mm	200 mm	1005 mm²
kengyel:	Φ 12 mm	300 mm	79 mm²

Beton: beton jele: C 20 / 25 f_{cd}= 13,3 N/mm²
d_{max}= 32 mm f_{ctm}= 2,2 N/mm²

Vasalás tervezés:

c_{nom}= 10 mm + max | 18 mm; 50 mm; 10 mm | = 60 mm

d= 719 mm
15* 16 = 240 mm

A nyomott oldali vasalás NEM dolgozik.

Tervezés:

ΣM=0 --> x_c

0= 6667 x_c^2 - 9586667 x_c + 1,34E+08
x_c = 14,12 mm határon belül
x_{c0} = 352,31 mm

ΣN=0 --> A_s

A_{min}= 433 mm²

Φ 18 / 200 mm
A_{alk}= 1272 mm²

Ellenőrzés:

Ellenállás:
x_c = 41,48 mm
M_{Rd}= 386 kN/mm²

M_{Ed}/M_{Rd}= 0,35 Megfelelő!

Szerkesztési szabályok:
betonacélok közti távolság: a_{min}=max | 18 mm; 20 mm; 37 mm | = 37 mm Megfelelő!
a_{max}= 400 mm Megfelelő!
minimális húzott vashányad: $A_{s,min}$= 1078,5 mm² Megfelelő!
maximális vashányad: $A_{s,max}$= 32000 mm² Megfelelő!

Alkalmazott vasalás: Φ18/200 (burkolóábra RF-6 tervlapon)

Nyírás

A nyírási feszültségeket az egyszerűbb kivitelezés érdekében csak a kengyelek viselik.

1. keresztmetszet - kengyelkiosztás a hordonyok környezetében

Mértékadó nyíróerő: 365 kN/m

Geometria:

szélesség: 2500 mm

vastagság: 800 mm

$c_{min,dur}$: 50 mm

Vasalás: betonacél jele: B 500 f_{yd}= 435 N/mm²

	átmérő		kiosztás		terület	
húzott vasalás:	Φ	20 mm	-	mm	-	mm²
nyírási vasalás:	Φ	- mm	-	mm	-	mm²
kengyel:	Φ	14 mm	150	mm db	616	mm²

4 szárú kengyel

Beton: beton jele: C 20 / 25 f_{ck}= 20 N/mm²

d_{max}= 32 mm f_{cd}= 13,3 N/mm²

f_{ctm}= 2,2 N/mm²

f_{ctd}= 1,0 N/mm²

Vasalás tervezés:

egy réstáblára jutó nyíróerő: V_{Ed}= 912,5 kN

c_{nom}=	10 mm +	max	20 mm	=	60 mm
			50 mm		
			10 mm		

d= 716 mm

z= 644 mm

c= 700 mm: 0,288 / 0,287 / 800 mm: 0,279 (interpolálás)

V_{Rdmax}= 5928 kN

V_{Rdc}= 513 kN

V_{Rds}= 1151 kN

V_{Rds}= 460 kN/m

β= 1,07

v= 0,552

V_{Ed}/V_{Rds}= 0,79 Megfelelő!

A keresztmetszet nyírásra bevasalható!

Beton nyírási ellenállása NEM elegendő!

Szerkesztési szabályok:

Nyírási vashányad: ρ_w= 0,0016

Minimális nyírási vashányad: $\rho_{w,min}$=max 0,0008 = 0,0010 Megfelelő!

0,0010 min

Kengyelek maximális távolsága: $s_{t,max}$= 1074 / 3750 / 300 = 300 mm Megfelelő!

Alkalmazott kengyel: Φ14/150 (burkolóábra RF-3 tervlapon)

2. keresztmetszet - belső oldal végigmenő vasalás

Mértékadó nyomaték: 531 kNm

Geometria:

szélesség: 1000 mm

vastagság: 800 mm

$c_{min,dur}$: 50 mm

Vasalás: betonacél jele: B 500 f_{yd}= 435 N/mm²

	átmérő		kiosztás		terület	
húzott vasalás:	Φ	22 mm	-	mm	-	mm²
nyomott vasalás:	Φ	16 mm	200	mm	1005	mm²
kengyel:	Φ	12 mm	300	mm	79	mm²

Beton: beton jele: C 20 / 25 f_{cd}= 13,3 N/mm²

d_{max}= 32 mm f_{ctm}= 2,2 N/mm²

Vasalás tervezés:

c_{nom}=	10 mm +	max	22 mm	=	60 mm
			50 mm		
			10 mm		

d= 717 mm

15* 16 = 240 mm

A nyomott oldali vasalás NEM dolgozik.

Tervezés:

ΣM=0 --> x_c

0= 6667 x_c^2 - 9560000 x_c + 5,31E+08

határon belül x_{c0} = 351,33 mm

x_c = 57,88 mm

ΣN=0 --> A_s

A_{min}= 1775 mm²

Φ 22 / 200 mm

A_{stk}= 1901 mm²

Ellenőrzés:

Ellenállás:

x_c = 61,99 mm

M_{Rd}= 567 kN/mm²

M_{Ed}/M_{Rd}= 0,94 Megfelelő!

Szerkesztési szabályok:

betonacélok közti távolság: a_{min}=max 22 mm / 20 mm / 37 mm = 37 mm

a_{max}= 400 mm

minimális húzott vashányad: $A_{s,min}$= 1075,5 mm² Megfelelő!

maximális vashányad: $A_{s,max}$= 32000 mm² Megfelelő!

Alkalmazott vasalás: Φ22/200 (burkolóábra RF-6 tervlapon)

2. keresztmetszet - külső oldal végigmenő vasalás

Mértékadó nyomaték: 134 kN/mm²

Geometria:
szélesség: 1000 mm
vastagság: 800 mm

$c_{min,dur}$: 50 mm

Vasalás: betonacél jele: B 500 f_{yd}= 435 N/mm²

	átmérő	kiosztás	terület
húzott vasalás:	Φ 18 mm	- mm	- mm²
nyomott vasalás:	Φ 16 mm	200 mm	1005 mm²
kengyel:	Φ 12 mm	300 mm	79 mm²

Beton: beton jele: C 20 / 25 f_{cd}= 13,3 N/mm²
d_{max}= 32 mm f_{ctm}= 2,2 N/mm²

Vasalás tervezés:

c_{nom}= 10 mm + max | 18 mm / 50 mm / 10 mm | = 60 mm

d= 719 mm
15* 16 = 240 mm

A nyomott oldali vasalás NEM dolgozik.

Tervezés:

$\Sigma M=0 \rightarrow x_c$

0= 6667 x_c^2 - 9586667 x_c + 1,34E+08

x_c = 14,12 mm határon belül x_{c0} = 352,31 mm

$\Sigma N=0 \rightarrow A_s$

A_{min}= 433 mm²

Φ 18 / 200 mm

A_{stk}= 1272 mm²

Ellenőrzés:

Ellenállás:

x_c = 41,48 mm

M_{Rd}= 386 kN/mm²

M_{Ed}/M_{Rd}= 0,35 Megfelelő!

Szerkesztési szabályok:

betonacélok közti távolság: a_{min}=max 18 mm / 20 mm / 37 mm | = 37 mm Megfelelő!

minimális húzott vashányad: a_{max}= 400 mm Megfelelő!

maximális vashányad: $A_{s,min}$= 1078,5 mm² Megfelelő!

$A_{s,max}$= 32000 mm² Megfelelő!

Alkalmazott vasalás: Φ18/200 (burkolóábra RF-6 tervlapon)

Nyírás

A nyírási feszültségeket az egyszerűbb kivitelezés érdekében csak a kengyelek viselik.

1. keresztmetszet - kengyelkiosztás a hordonyok környezetében

Mértékadó nyíróerő: 365 kN/m

Geometria:
szélesség: 2500 mm
vastagság: 800 mm

$c_{min,dur}$: 50 mm

Vasalás: betonacél jele: B 500 f_{yd}= 435 N/mm²

	átmérő	kiosztás	terület
húzott vasalás:	Φ 20 mm	- mm	- mm²
nyírási vasalás:	Φ - mm	- db	- mm²
kengyel:	Φ 14 mm	150 mm	616 mm²

4 szárú kengyel

Beton: beton jele: C 20 / 25 f_{ck}= 20 N/mm²
d_{max}= 32 mm f_{cd}= 13,3 N/mm²
f_{ctm}= 2,2 N/mm²
f_{ctd}= 1,0 N/mm²

Vasalás tervezés:

egy réstáblára jutó nyíróerő: V_{Ed}= 912,5 kN

c_{nom}= 10 mm + max | 20 mm / 50 mm / 10 mm | = 60 mm

d= 716 mm
z= 644 mm

β= 1,07

c= 700 mm 0,288 / 800 mm 0,279 interpolálás

v= 0,552

V_{Rdmax}= 5928 kN
V_{Rdc}= 513 kN
V_{Rds}= 1151 kN
V_{Rds}= 460 kN/m

A keresztmetszet nyírásra bevasalható!

Beton nyírási ellenállása NEM elegendő!

V_{Ed}/V_{Rds}= 0,79 Megfelelő!

Szerkesztési szabályok:

Nyírási vashányad: ρ_w= 0,0016 / 0,0008 / 0,0010 | = 0,0010 Megfelelő!

Minimális nyírási vashányad: $\rho_{w,min}$=max 0,0010 min

Kengyelek maximális távolsága: $s_{t,max}$= 1074 / 3750 / 300 | = 300 mm Megfelelő!

Alkalmazott kengyel: Φ14/150 (burkolóábra RF-3 tervlapon)

1. keresztmetszet - kengyelkiosztás álltalános mezőben

Mértékadó nyíróerő: 270 kN/m

Geometria:
szélesség: 2500 mm
vastagság: 800 mm

$c_{min,dur}$: 50 mm

Vasalás: betonacél jele: B 500 f_{yd}= 435 N/mm²

	átmérő	kiosztás	terület
húzott vasalás:	Φ 20 mm	- mm	- mm²
nyírási vasalás:	Φ - mm	- db	- mm²
kengyel:	Φ 14 mm	250 mm	616 mm²
		4 szárú kengyel 25	

Beton: beton jele: C 20 / d_{max}= 32 mm

f_{ck}= 20 N/mm²
f_{cd}= 13,3 N/mm²
f_{ctm}= 2,2 N/mm²
f_{ctd}= 1,0 N/mm²

Vasalás tervezés:
egy réstáblára jutó nyíróerő: V_{Ed}= max = **675 kN**

c_{nom}= 10 mm + 20 mm
50 mm
10 mm
= **60 mm**

d= **716 mm**
z= **644 mm**

c= 700 mm (0,288) 0,287 (800 mm, 0,279) interpolálás

β= 1,07
ν= 0,552

V_{Rdmax}= **5928 kN**
V_{Rdc}= **513 kN**
V_{Rds}= **690 kN**
V_{Rds}= **276 kN/m**

V_{Ed}/V_{Rds}= 0,98 **Megfelelő!**
A keresztmetszet nyírásra bevasalható!
Beton nyírási ellenállása NEM elegendő!

Szerkesztési szabályok:
Nyírási vashányad: ρ_w= 0,0010
Minimális nyírási vashányad: $\rho_{w,min}$=max 0,0008 = 0,0010 **NEM megfelelő!**
0,0010 min

Kengyelek maximális távolsága: $s_{t,max}$= 1074 / 3750 / 300 = 300 mm **Megfelelő!**

Alkalmazott kengyel: Φ14/250 (burkolóábra RF-3 tervlapon)

2. keresztmetszet - kengyelkiosztás a hordonyok környezetében

Mértékadó nyíróerő: 376 kN/m

Geometria:
szélesség: 2000 mm
vastagság: 800 mm

$c_{min,dur}$: 50 mm

Vasalás: betonacél jele: B 500 f_{yd}= 435 N/mm²

	átmérő	kiosztás	terület
húzott vasalás:	Φ 20 mm	- mm	- mm²
nyírási vasalás:	Φ - mm	- db	- mm²
kengyel:	Φ 14 mm	200 mm	616 mm²
		4 szárú kengyel 25	

Beton: beton jele: C 20 / d_{max}= 32 mm

f_{ck}= 20 N/mm²
f_{cd}= 13,3 N/mm²
f_{ctm}= 2,2 N/mm²
f_{ctd}= 1,0 N/mm²

Vasalás tervezés:
egy réstáblára jutó nyíróerő: V_{Ed}= max = **752 kN**

c_{nom}= 10 mm + 20 mm
50 mm
10 mm
= **60 mm**

d= **716 mm**
z= **644 mm**

c= 700 mm (0,288) 0,287 (800 mm, 0,279) interpolálás

β= 1,07
ν= 0,552

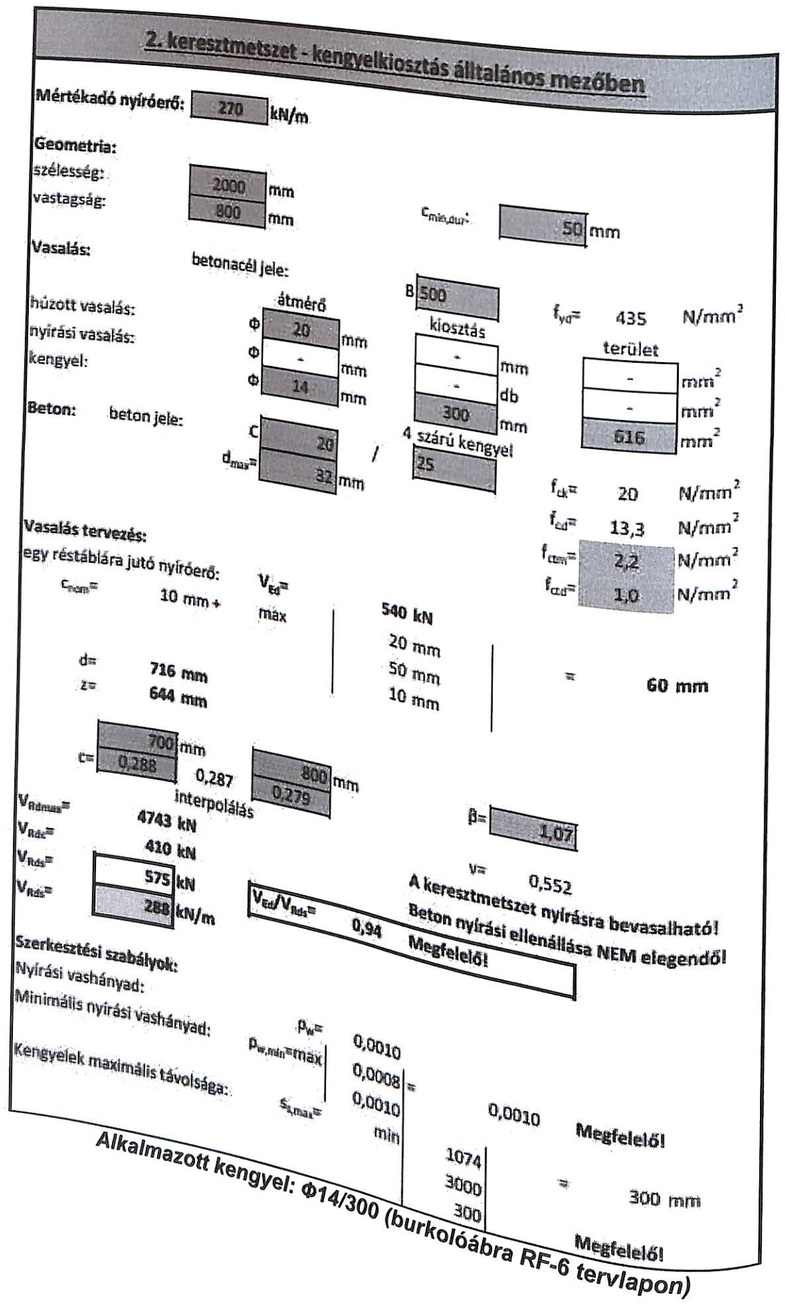
V_{Rdmax}= **4743 kN**
V_{Rdc}= **410 kN**
V_{Rds}= **863 kN**
V_{Rds}= **431 kN/m**

V_{Ed}/V_{Rds}= 0,87 **Megfelelő!**
A keresztmetszet nyírásra bevasalható!
Beton nyírási ellenállása NEM elegendő!

Szerkesztési szabályok:
Nyírási vashányad: ρ_w= 0,0015
Minimális nyírási vashányad: $\rho_{w,min}$=max 0,0008 = 0,0010 **Megfelelő!**
0,0010 min

Kengyelek maximális távolsága: $s_{t,max}$= 1074 / 3000 / 300 = 300 mm **Megfelelő!**

Alkalmazott kengyel: Φ14/200 (burkolóábra RF-5 tervlapon)



8.1.2. Résfal átszúródás ellenőrzése horgonyfejnél – STR

- Mértékadó állapot akkor áll elő amikor a horgony szerkezetet 15%-os túlfeszítéssel ellenőrizzük.
- $P_p=1,15*P_{Ed}=1,15*1350=$ **1550kN**
- Alátét előzetes alaprajzi mérete: a/b= 40cm/40cm; v= 80cm
- Résfal adatai:
- $d_m=$ 71,7mm
- beton: C20/25
- acél: B500B
- horgony hajlás (α): 25°
- Átszúródási vonal kerülete: $U_1=2(a+b)+4d\pi=$ $2*(40+40)+4*71,7*\pi=$ **1061cm**
- Átszúródási kúp talpfelülete: $A_1=(a/4+b/4+2d)^2\pi=$ $(40/4+40/4+2*71,7)^{2*}\ \pi=$ **8,3879m²**
- Talpreakció kúpon – levonható: q= **100kN/m²**
- Árszúróerő tervezési értéke: $V_{Ed}=(1,15*P_p*\cos\alpha)-A_1*q=$ $(1,15*1550*\cos25^o)-8,3879*100=$ **777kN/m²**
- Fajlagos átszútódási teherbírás minimum: $v_{Rdc,min}=$ **0,03kN/cm²**
- Átszúródási teherbírás: $V_{Rd}=U_1*d*\ v_{Rdc,min}=$ $1061*71,7*0,03=$ **2082kN**
- Kihasználtság, megfelelőség: $V_{Ed}/\ V_{Rd}=$ $568/2082=$ **0,37 < 1,00** **Megfelelő!**

8.1.3. Horgonyszár szakadás ellenőrzés – STR

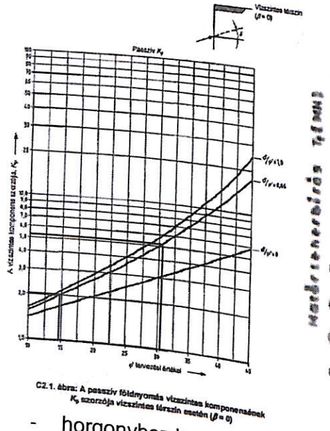
- Maximális próbaerő – 15%-al túlfeszített állapotban: **1550kN**
  - $P_p=1,15*P_{Ed}=1,15*1350=$
- Feszítőpászma adatai: **7db Fp 139/1860**
  $f_{pd}=1617N/mm^2$ $A=139mm^2/db$
- Kábelköteg teherbírása – MSZ EN 1992-1 szerint:
  - Acéltest teherbírása: $N_{Rd}=n*A*f_{pd}=$ $7*139*1617=$**1573kN** > 1550kN **Megfelelő!**
- Biztonság szakadásra:
- $FS=(P_{Ed}/Y)/(n*A*f_{pk}=$ **0,55 < 0,6** **Megfelelő!**
- $(1350*10^3/1,35)/(7*139*1860)=$

8.1.4. Résfal befogási talajellenállás ellenőrzés - GEO

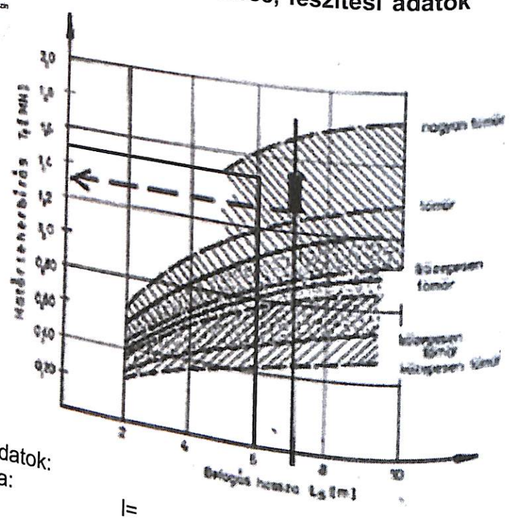
- Eredő biztonság: $FS=Y_E*Y_R=$ $1,35*1,4=$ **1,89**
- Víznyomás belső oldalon - eredő: $V=(h^2*\rho*g)/2=$ $(4,8^2*10)/2=$ **115,2kN/m**
- Mobilizált hatékony földnyomás: $E'_{eff}=\Sigma T_\rho-V=(2^2*19,8)/2+2*19,8*3,8+(3,8^{2*}25,3)/2-115,2=$ **258kN/m**
- Passzív földnyomás tényező – MSZ EN 1997-1 szabvány C.2.1 ábra alapján:
  - $\sigma=2/3\Phi_k=$ 0,66 → $K_{p1}=$ **5,2**
  - $\Phi_2=31,2^o$ → $K_{p2}=$ **2,0**
  - $\Phi_2=14,3^o$
- Hatékony passzív földnyomás: **102kN/m**
  - $\sigma'_p=\Sigma K_p*h*Y'_k+2*c_k*K_p^{1/2}=$
  - $\sigma'_{p1}=5,2*2*9,8+2*0*5,2^{1/2}=$

- σ'_{p2}=102+2,0*3,8*5,3+2*110*2,0$^{1/2}$=
- E'_p= ΣT_σ=2*102/2+102*3,8+(453-102)*3,8/2= **453kN/m**
- A teljes biztonság: **1157kN/m**
  - FS= E'_p/ E'_{eff}=1157/258= **5,48 > 1,89** **Megfelelő!**

8.1.5. Horgony talajbefogási ellenállás ellenőrzése, feszítési adatok – GEO



C2.1. ábra: A passzív földnyomás vízszintes komponensének K_p szorzója vízszintes térszín esetén ($\beta = 0$)



- horgonyhoz kapcsolódó adatok:
  - horgonyszár hossza: l= 8,0
  - befogási hossz: l_k= 5,00m
  - előtét kábelhossz: l_e= 1,20m
  - ékcsúszás várható mértéke: É= 6mm
  - furatátmérő: Φ= 15-18cm
  - takarás: t= 13,50m
  - befogás körüli talaj: kavicsos homok
  - egyenlőtlenségi mutató: $U_{átl}$= 13,5
- terhelés: P_p=1,15*P_{Ed}=1,15*1350= **1550kN**
- teherbírás – MI04-194-82 tapasztalati diagramm szerint: **0,90 < 1,00** **~~1500kN~~**
  P_{Rd}= P_{Ed}/ P_{Rd}=1350/1500= **Megfelelő!**
  - szükséges maradó előfeszítő erő: P_f=0,8(P_{Ed}/1,35)= 0,8*(1350/1,35)= 913kN → **800kN**
  - Relaxációs veszteség: P_r=0,03*(P_{Ed}/1,35)=0,03*(1350/1,35)= 34kN → **30kN**
  - veszteség: $P_é$=É*E_s*n*A_s/(l+l_e)=0,6*19500*7*1,50/(800+120)=133kN → **135kN**
  - Blokkolóerő: = P_f+ P_r+$P_é$= 800+30+135= 965kN → **~~1000kN~~**
  - Próbaerő ellenőrző feszítéshez – MSZ EN 1537 szerint: P_p=1,15*P_{Ed}=1,15*1350= **~~1550kN~~**

8.1.6. Horgonyzott résfal belső stabilitás ellenőrzése - GEO

Megkívánt biztonság parciális tényezője: Y_R= 1,1
A megfelelőség vizsgálatát a GEO5 szoftvercsomag „Szádfa ellenőrzés" modulja automatikusan elvégzi, így onnan a mértékadó 5. tervezési állapothoz tartozó „Belső stabilitás" vizsgálati értékeivel igazolom a megfelelőséget. Eredményeket lásd 7.1. pontban keresztmetszetenként részletezve.

8.1.7. Horgonyzott résfal külső stabilitás ellenőrzése - GEO

Felszíni teher parciális tényezője: Y_G= 1,35
Talaj paraméterek parciális tényezője: Y_Φ= Y_c= 1,35
Önsúly parciális tényezője: Y_Y= 1,0
A megfelelőség vizsgálatát a GEO5 szoftvercsomag „Szádfa ellenőrzés" modulja automatikusan elvégzi, így onnan a mértékadó 5. tervezési állapothoz tartozó „Külső stabilitás" vizsgálati értékeivel igazolom a megfelelőséget. Eredményeket lásd 7.1. pontban keresztmetszetenként részletezve.

8.1.8. Hidraulikus talajtorés ellenőrzése - HYD

A mértékadó tervezési állapot az 5., ahol a földkiemelés a végleges szinten van, és az alaplemez még nem került beépítésre, a „szabad" résfalszakasz megtámasztását a horgonyok végzik, a begogottnak tekintett résfalszakasz körüli talaj tönkremetele a teljes keresztmetszet tönkremeneteléhez vezetne.
Y_{G1}=1,35

- állandó terhek parciális énvezője: Y_{G21}=0,9
- vizsgált keresztmetszet: Csuka utca felőli réstáblasor
- talajok víz alatti térfogatsúlya: Y_v= Víz: 10,0kN/m^3
  - homokos kavics: Y'=Y- Yv=20,5-10= **10,5kN/m^3**
  - agyag: Y'=Y- Yv=25,3-10= **15,3kN/m^3**
- építési vízszint: ÉTV= -3,60m
- gödörfenékszint: GF= -13,20m
- réstalpszint: AS= -19,00m
- vízoszlop magassága gödörfenékszintig: 9,60m
  - h=ÉTV-GF= 3,60-19,00= 5,80m
  - =GF-AS= 19,00-13,20=
- áramlás maximális hidraulikus grádiense: 9,60/(9,60+2*5,80)= **0,45**
  - I_{max}=h/(h+2t)=
- megfelelőség ellenőrzése:
  - Y_G*I_{max}* Y_v ≤ Y_G* Y'
  - ,35* I_{max}*10 ≤ 0,9* Y'
  - Y' ≥ 15*I_{max} **10,5 >** 15*0,45= **6,75** **Megfelelő!**
  - homokos kavics: **15,3 >** 15*0,45= **6,75** **Megfelelő!**
  - agyag:

8.2. HASZNÁLHATÓSÁGI HATÁRÁLLAPOTOK ELLENŐRZÉSE - SLS

8.2.1. Alakváltozás ellenőrzése

Az alakváltozások ellenőrzése nem tér ki részletesen a felszínsüllyedés okozta környezeti hatásokra, csak a relatív elmozdulások határértékeit vizsgálja.

- maximális vízszintes elmozdulás: $e_{x,k}$= 15,8mm
- résfal teljes hossza: L= 17,00m
- kéttámaszúnak tekinthető hossz: L'= ~10,00m
- megengedett reletív elmozdulás: E_{rel}= 200mm
- relatív elmozdulás: $L'/e_{x,k}=10000/15,8=$ **633 > 200** **Megfelelő!**

8.2.2. Repedéstágasság ellenőrzése

- mértékadó nyomaték: (Babér utca) M_{Ed}= **275kNm/m**
- környezeti kitéti osztály: közepes nedvességtartalmú belső terek, víz alatti építmények→ **XC1**
- megengedett repedéstágasság: w_{max}= **0,4mm**

(Mivel a résfal belső oldalán végállapotban vasbeton bélésfal készül, így váltakozóan száraz és nedves állapottal nem kell számolni, szigorúbb repedéskorlátozásra nincs szükség.)

- beton: C20/25
- betonacél: B500B
- rugalmassági modulisok aránya: $\alpha_e=E_s/E_{c,eff}=$ 200/8,5= **23,53**
- betonfedés kengyelen: 70mm
- acélmennyiségek – mm^2/m= $A_{s1}=1608mm^2$ Φ16/125
  $A_{s2}=2513mm^2$ Φ20/125
- dolgozó keresztmetszet magassága: d_1=708mm d_2=94mm
- $N_c+N_{s2}-N_{s1}=0$
- $½*x_{II}^2*1000+23,53*(x_{II}-94)*2513-23,53*(x_{II}-708)*1608=0$
  x_{II}=206mm
- $h_{c,eff}$= min 2,5*(800-708)= 230mm
  (800-206)/3= **198mm**
  800/2= 400mm
- $A_{c,eff}$= 198*1000= **198000mm²**
- σ_s= 435*(1/1,35)*(1222/1608)= **245N/mm²**
- ε_{cm}= 0,4*2,2/30000= **2,93*10⁻⁵mm**
- ε_{sm}= (245-0,4*2,2*198000/1608)/210000= **6,51*10⁻⁴mm**
- a=250-20=230mm → „alap" $s_{r,max}$ képlet alkalmazandó < 5*(84+16/2)=460mm
- w_{max}= 3,4*84+0,425*0,8*0,5*16*198000/1608= 621mm
  max 621*(6,51*10⁻⁴-2,93*10⁻⁵)= **0,38mm**
  w_{eng}=0,4mm > w_{max}=0,38mm **Megfelelő!**

8.3. KIEGÉSZÍTŐ VASBETON TECHNOLÓGIAI SZÁMÍTÁSOK

8.3.1. Hajlítási átmérők [mm]

átmérő	Φ14	Φ16	Φ20	Φ22
D_{min}	4*1=56	4*16=64	7*20=140	7*22=154
D	**60**	**65**	**140**	**160**
$D_{tengelyen}$	67	73	150	171

8.3.2. Lehorgonyzási hosszak [mm]:

$c_{C20/25}$= 47 maximáliskihasználtság: 0,97 → ~1,00 (biztonság javára)

átmérő	Φ16	Φ20	Φ22
$l_b=c*\Phi$	752	940	1034
egyenes vasvég $l_{bd}=l_b/0,7*1,0$	1074	1343	1478
egyenes vasvég l_{bd} alkalmazott	**1100**	**1400**	**1500**
kampós vasvég (90° $l_{bd}=l_b/0,7*1,0*0,7$	752	940	1034
kampós vasvég (90° l_{bd} alkalmazott	**800**	**1000**	**1100**

Kampós kialakítás esetén – réstábla armatúra alján és tetején – a visszahajtott vasvég legalább 5Φ hosszúságú kell legyen!

8.3.3. Emelőkampók ellenőrzése:

- betonacél: **B240** → hegeszthető (a) f_{yd}=209N/mm²
- átmérő: Φ12

Egy kampószár húzási ellenállása:

- σ_s= f_{yd}= 209N/mm² 113*209= 23,617kN
- N_{Rd}^1= $A_s*\sigma_s$=

Függőleges húzási teherbírás:

- N_{Rd} = $2*N_{Rd}^1*\cos45^o/1,35=2*23,617*\cos45^o/1,35$=**24,7kN/db→2470kg/db**

Egy kampó nyírási ellenállása – kétszernyírt felületet feltételezve: **35,9kN/db** →3590kg/db

- V_{Rd}= $2*A_v*\sigma_s/1,35=2*113*209/1,35$=

Kampó mennyiség ellenőrzése – 2db:

- armatúra súlya: ~1800kg **2470kg/db** → **Megfelelő!**
- 1800/2= **900kg/db** <

8.4. RÉSÁLLÉKONYSÁG VIZSGÁLATA, RÉSISZAP TERVEZÉSE

Tapasztalati értékek alapján **1,1 t/m³** sűrűség tartandó.

8.5. RÉSVEZETŐ GERENDA TERVEZÉSE:

Tapasztalati értékek alapján **20x100cm**, kétoldali Φ10/7,6 100/300 osztással hegesztett, hajlított acélhálókosárból, 5cm betonfedéssel, 30cm átlapolt toldással. **90kg/m³**

- ajánlott vasmennyiség: G= 0,20m³
- 1,0fm gerenda térfogata: 0,20*1,00= 18kg/fm
- 1,0fm gerendába szükséges vas: 90*0,20=
- kengyelezés súlya 1,0fm hosszon - Φ10/7,6 100x300: 2,350m²/m
  - A=2*(100-2*5+20-2*5)+30= 7,35kg/m²
  - g_{14}= 16,9kg
  - G_k=2,30*7,35=

- A_{salk}=785mm²
- A_{smin}=0,0015*200*1000= hosszirányú 300mm² **Megfelelő!**
- A_{max}=0,04*200*1000= 8000mm² **Megfelelő!**

8.6. FEJGERENDA TERVEZÉSE:

- ajánlott vasmennyiség: **140kg/m³**
- 1,0fm gerenda térfogata: G= 0,85*0,50= 0,425m³
- 1,0fm gerendába szükséges vas: 140*0,425= 59,5kg/fm
- kengyelezés súlya 1,0fm hosszon - **Φ14/10**:
  - L=2*(85-2*5+50-2*5+10)= 2,50m
  - g_{14}= 1,21kg/m
  - G_k=100/20*2,50*1,21= 30,25kg
- hosszvas darabszáma – **ndb Φ25**:
  - G_h=59,5-30,25= 29,25kg/fm
  - g_{20}= 3,85kg/m
  - n=29,25/3,85= 7,6db → **8db**
  - A_{salk}=3927mm²
  - A_{smin}=0,0015*850*500= 637,5mm² **Megfelelő!**
  - A_{max}=0,04*850*500= 17000mm² **Megfelelő!**

III. fejezet
Statikai műszaki leírás

A rendelkezésre álló talajvízszint megfigyelő kutak adatai alapján a talajvíz ingadozása max. 2,8-3,5 méterre tehető. A közelben, a telektől mintegy 100 méterre lévő PXXVI. Sz. talajvízszint-észlelő kútban 1954. májusában volt legmagasabban a vízszint, 2,79 méterre a terepszint alatt (102,7 mBf.) mértek. A becsült minimális vízszint kb. 5,50-5,70 méterre, az átlagos vízszint (mely egyben építési vízszint is) kb. 4,50-4,80 méterre, a 101,00 – 101,50 mBf. szinten vehető fel.

Budapest Építéshidrológiai Atlasza a 103,4 mBf. szinten adja meg a becsült maximális vízszintet a vizsgált területre (a mértékadó vízszint a becsült maximális felett 50 cm-el veendő fel). Azonban figyelembe kell venni a környéken épült számos, a vízzáró alapkőzetbe befogott, résfallal körülzárt épület.

A magasépítési tartószerkezet tervezése során fokozott figyelmet kell majd fordítani a felúszásveszély ellenőrzésére.

A talajvíz beton-és vasbeton szerkezetekre az MI 17215/2-86 5.táblázata szerint nem agresszív hatású. A talajvíz az **XA1**-es osztályba tartozik és ennek megfelelően kell ellene védekezni.

5. TERVEZÉSI KONCEPCIÓ

Figyelembe véve az altalajviszonyokat, a talajvízviszonyokat és az építmény várható terhelését és kialakítását, a tervezett munkagödrök körülzárására résfalazást kell alkalmazni, az épület közbenső alapozása vb. lemezalappal oldható meg – ez nem része ezen dokumentációnak.

A tervezett épület alapozása szempontjából a talajviszonyok kedvezőnek mondhatók.

A felszín alatt max. 3,10 méter vastag, vegyes anyagú feltöltés van, mely alapozásra alkalmatlan. Alatta kisebb vastagságú iszapos finomhomok jelentkezik. Ezt kavicsszórványos homok - kavicsos homok –homokos kavics rétegsor követi, mely már alapozásra kiválóan alkalmas. A vízzáró feküréteg, a miocén agyag, 14,20-15,40 méteres mélységben jelentkezik, melybe a résfalat vízzáróan be lehet fogni. Nagy teherbírású, kissé összenyomódó, egyöntetű, gyakorlatilag vízzáró réteg.

A tervek szerint a négyszintes mélygarázs várható munkagödör kiemelési síkja kb. 13,70 méterre lesz a terepszint alatt. Ez azt jelenti, hogy ezen a szinten már gyakorlatilag mindenhol megjelenik az alapkőzet. A 4 szintes mélygarázs vízzáró résfalait a miocén agyagba lehet befogni, az épületek terheit a nagy szilárdságú fekű réteg fel tudja venni.

A térszín alatti garázs külső szerkezeti falait vízzáró vb. résfalszerkezetből kialakítandó, amely a végleges munkagödör fenékszinthez képest ~5,00m mélységben belenyúlik a vízzáró és nagyszilárdságú agyagba. E résfalat a kavicsos homok rétegben két szinten hátra lehet horgonyozni. A külső vízzáró résfalon esetlegesen átszivárgó vizeket egy szivárgó réteggel kell levezetni az alaplemez alatt célszerűen kialakított homokos kavics szivárgó rétegbe, amely

összegyűjti mindezen vizeket, valamint az épület alatti miocén agyagban szivárgó vizeket (mely várhatóan csekély mértékű), és azt a kialakított zsompokba vezeti, ahonnan szivattyúkkal emelik a vizet a felszíni csatorna hálózatba. A falakon lévő szivárgó réteget a garázs belső terétől annak belső vb. szerkezete, fala választja el. Mivel a miocén agyag jó vízzáró és a résfal is vízzáró (ez a hazai ismert szerkezetek, technológiák alkalmazásával biztonságosan és jól megoldhatók) a zsompból szivattyúzandó vízmennyiség minimális lesz. Így az alaplemezt nem kell méretezni a nagy talajvízszint különbségből adódó víznyomásra, mert az így nem tud kialakulni.

A kialakítandó épületet három oldalról utca, míg egyik oldalról a már említett épület határolja. Ennek alapozási síkja jóval magasabban van a tervezett munkagödör kiemelési síknál, így pontosan tisztázni kell majd a szomszédos épület alapozási módját, szintjeit a kivitelezés előtti feltárással.

A rendelkezésünkre álló talajmechanikai szakvéleményben szereplők alapján alkotott tervezési koncepció szerint a beépítésre szánt teljes kerület mentén a munkateret vízzáró vasbeton résfal szerkezet határolja. A résfal jelen esetben végleges szerkezet, feladata a munkatér határolása és a vízzárás biztosítása. A tervezett épület a résfallal összefügg, a kontúrvonali pillérek és falak a fejgerendán keresztül terhelnek át az altalajra.

Az épület alatt -4 pinceszint készül. A tervezett pinceszintek ebben az esetben az agyagtalajba befogott, két szinten kihorgonyzott, vízzáró vasbeton résfal munkatér határolással készül. A résfal névleges vastagsága 80(85) cm.

6. ANYAGMINŐSÉGEK, ANYAGJELLEMZŐK, BEDOLGOZÁS

- résfal és fejgerenda betonminősége:		C30/37-XC1-32-F5
		(minimális cementmennyiség: 400kg/m³)
- résvezetőgerendapár betonminősége:		C16/20-X0-32-F3
- lőttbeton minősége:		C16/20-08 száraz keverék
- általános cementminőség:		CEMII/B-S 32,5
- betonfedés:	résfalnál	>7cm kengyelen
	fejgerendánál	5cm kengyelen
	részüvédelem	3cm
	résvezető gerenda	5cm
- betonacél:		B500 (B240 kampóknál)
- feszítőpászmák:		Fp139 / 1860
- szerkezeti acél:		S235JRG2
- hegesztés minősége:		MSZ EN 287-1:2012 szerint

7. KIVITELEZÉS SORÁN BETARTANDÓ SZABVÁNYOK

A kivitelezőnek általában be kell tartani az MSZ 15000-es szabványsorozat előírásait, valamint a résfalépítés vonatkozásában az: MSZ EN 1538 jelű szabványokat. A beépítendő beton anyagára az MSZ EN 206-1:2002 NAD (2003) előírásai vonatkoznak.

8. MUNKATÉR ELHATÁROLÁS SZERKEZETI KIALAKÍTÁSA

A munkateret mind a négy oldalon véglegesen vízzáró vasbeton résfal határolja.

A résfalat felül összefogó és a felszerkezetet fogadó monolit vasbeton **fejgerenda** felső szintje a **-2,00 m** – en található. Keresztmetszeti méretei pedig körben egységesen **85/50 cm.**

A résfal **talpszin**tje egységesen **-19,00 m**-en található.

A **résfal** névleges vastagsága **80 cm**, technikai vastagsága ~ **85 cm**. A résfal végig vasalt, ami statikailag indokolt. A résfal armatúrák a fejgerendába felül ~40 cm-ként, „hajtű" vasakkal kötnek be.

A résfalat építési állapotban, ideiglenesen két sorban talajhorgonyok gyámolítják. A **horgonyok -5,00 m** és **-9,00 m** szinten döfik a résfal munkatér felőli oldalát, kiosztásuk átlagosan 2,00m.

A kitámasztott résfallal vízzáróvá tett körülzárt munkagödörben épül meg az épület **80 cm vastag** vasbeton alaplemeze a résfaltól független szerkezeti kialakítással. Az **alaplemez** felső síkja **-12,35 m**. A munkagödör fenékszintje a **–13,70 m** szinten van.

9. MUNKATÉR ELHATÁROZÁS KIVITELEZÉSE

A réselési **lavírsík** a **-1,80 m** – es szinten, a meglévő és tervezett rendezett terepszinthez igazodik. A határoló szomszédos épület udvarrészen kerítés található, ezt el kell bontani. Itt és az utcák felőli oldalakon talajszögezéses lőttbetonos rézsűs megtámasztást kell készíteni és ideiglenes kerítéssel határolni. Ezt a biztosítást az egész munkaterületen el kell végezni.

A **szomszédos épület** egy pinceszinttel készült, vasbeton pillérvázas felszerkezettel. A földszinti padlóvonal szintje megegyezik a tervezett épülettel. A **pince padlóvonala -2,50 m**. Az épület lemezalappal készült melyeket cölöpözés gyámolít. A lemezalap vastagsága 40 cm, alsó síkja -2,90 m, a **cölöpök talpszintje -6,90 m**.

A kivitelezés megkezdése előtt fel kell tárni az építéssel érintett terület közműhálózatát, és szükség esetén a tervezett kialakítást annak megfelelően módosítani kell. A földkiemelés mind alaprajzi, mind magassági értelemben szakaszosan történik.

A lavírsíkról épül meg a **résvezető gerendapár**. A résvezető gerenda sarokpontjai mm – es pontossággal tűzendők ki. A résvezetők általános mérete mérete **2 x 20/100 cm**, amely vasalása az RF-2A terv szerint készül hegesztett hálóból. Szomszédos pince melletti résvezető gerenda mérete **25/70 cm**, felül a szomszédos épület cölöpeinek fejgerendájára – pontos mérete a helyszínen felülvizsgálandó . A betonozás és kizsaluzás után a résvezetők közét jól tömöríthető és réselhető helyi földanyaggal, vagy CKT-vel vissza kell ideiglenesen feltölteni, vagy kétsoros kidúcolást kell alkalmazni. A résvezető elkészülte után ismét ellenőrizni kell a sarokpontok helyzetét geodéziai beméréssel.

Az alkalmazott réselési eljárás: **markolásos réselés**, melynél a réstáblák **táblák szakaszolása 850 mm**-es szakaszoló acélpallóval történik (RF-02A tervlap).

Alternatív megoldást vázol a ***marótárcsás réselőberendezés*** alkalmazására az ***RF-02B*** tervlap, ám annak vasalási részletei nem kerültek kidolgozásra, csak a helyszínrajzi megvalósíthatóságot mutatja be a tervmelléklet.

A résfal **függőlegestől** való eltérésének szabványos értéke **±1,0 %** vagy **±8cm** (a kettő közül a nagyobb mértékadó), de törekedni kell ennél kedvezőbb érték elérésére.

A felhasználandó bentonit-zagy fajsúlya **~10,1 kN/m^3** legyen. Komolyabb résállékonysági problémák a tapasztalatok és számítások szerint nem várhatók, de kisebb leválások illetve a feltöltött felső talajrétegben (a résvezető alatt) kiömlések lokálisan előfordulhatnak.

A réstáblák kiharapását követően be kell emelni a tervek szerinti előre gyártott **betonacél armatúrák**at. Az armatúrák elhelyezési pontossága alaprajzilag **±5,0 cm**, magasságilag pedig **±2,0 cm**.

A réstáblák **betonozás**át **kontraktorcsővel** kell végezni a vízalatti betonozás szabályai szerint. A betonozást a résharapás befejezte után maximum **4 órán belül** meg kell kezdeni, ellenkező esetben tisztító harapást kell végezni. A betonozás előtt zagycserét kell végrehajtani.

A betonozást kb. a fejgerenda felső síkjáig kell végezni, majd a zaggyal szennyezett betont (a felső kb. 40 cm-t) a fejgerenda alsó síkjáig vissza kell vésni.

A **réselés** teljes műveletsorát a lehető **leggyorsabban** kell végezni, lehetőleg minimális dinamikus hatásokkal a környezetre. A résfalnak az agyagba való bekötést fokozott gonddal kell figyelni a munka során.

A **réselésről** táblánként **jegyzőkönyv**et kell készíteni, aminek tartalmazni kell a harántolt talajrétegződést, az alkalmazott zagytechnológia és a betonozás minden lényeges adatát, beleértve a betonemelkedési diagramot illetve táblázatot is.

A visszavésett résfal tetején épül meg a terv szerinti 80/50 cm keresztmetszetű monolit vasbeton fejgerenda. Ennek elkészülte után megkezdhető a nagytömegű földmunka.

Fentiek elkészülte után történhet meg a horgonyzás kivitelezéséhez szükséges munkaszintek kialakítása, majd a horgonyok építése. A horgonyzási munkasík a horgonyzási sík alatt 50 cm – re fekszik. A horgonyzási munkaszint kialakítása után a fejgerenda síkjában ellenőrizni kell a **vízszintes mozgások** mértékét geodéziai beméréssel **~20 m – ként**.

A horgonyok egységesen **7db Fp 139/1860** minőségű feszitő pászmás kábelből állnak . Beépítésük **Φ15 cm**-es furatba történik , **25°**-os ferdeséggel. A fúrást fúróiszap megtámasztás mellett kell végezni , legalább **0,50 m** túlfúrással. A fúrást a résfalarmatúrákon előzetesen elhelyezett horgonyátvezető idomokon keresztül kell elvégezni. A fúrás befejezte után a fúrólyukat **ágyazóhabarcs**sal kell kitölteni , kiszorítva a fúróiszapot , és ebbe kell behelyezni a horgony acéltesteket.

Az ágyazóhabarcs 2-3 napos szilárdulása után el kell kezdeni a horgonyfej injektálását . Az injektálást legalább 3 lépcsőben kell végezni, összesen min. **150 l / fm** anyag bejuttatásával , és az utolsó injektálásnál tartósan el kell érni a minimum **30-40 bár**os zárónyomást . Ha ez nem teljesül , úgy **2-3 nap** múlva újabb injektálási lépcsőt kell beiktatni.

A felhasználandó anyagok receptúrája az alábbi, vagy azzal egyenértékű legyen:

- ágyazó habarcs:
  - 1.000 l víz
  - 1.200 kg 32,5 vagy 42,5 portland cement
  - 20 kg f-2 BENTONIT
  - plasztifikátor
- injektáló habarcs:
  - 1.000 l víz
  - 1.000 kg 32,5 vagy 42,5 portland cement
  - 25 kg F-2 bentonit
  - 30 l Sika RETARDOL, vagy azzal enyenértékű anyag

A horgonyfej **utolsó** injektálása után **5-7 nappal**, és az érintett fejgerenda szakasz megfelelő szilárdulása után meg lehet kezdeni a horgonyok feszítését, a szakkivitelező által készítendő technológiai leírás szerint. Az ellenőrző erőnél a kúszásmérésre nagy gondot kell fordítani. A horgonyok feszítésére külön végrehajtási és mérési-kiértékelési utasítást kell készíteni, az alkalmassági próbák eredményei alapján.

Az összes **horgony acéltest** határteherbírása **~1550 kN**, túlfeszítésnél legfeljebb e feletti **115%-ig** últerhelhető. A feszítésről minden horgonynál jegyzőkönyv készüljön, mely egyben a horgony minősítését és kiértékelését is szolgálja. Ha a horgonyok a szükséges paramétereket nem érik el, újabb injektálással kell a teherbírását növelni , és ismételt feszítési eljárásnak kell alávetni. A horgonyok feszítése után ismét be kell méretni a fejgerendát a fentiekben említett ~20 m – es függélyekben, majd megkezdhető a nagytömegű földmunka.

Szintén ellenőrizni kell a gyámolított résfal **vízszintes mozgás**ait a földmunkával érintett szakaszon a fejtéskor és azután **5 napig legalább naponta**, azután - a mozgás leállta esetén - legalább hetente. A mérést minden oldalon kb. 20 m-enkénti függélyekben legalább a fejgerenda tetejénél, és az alaplemez felső síkja felett 10 cm - tel kell végezni, 1,0 mm-es pontossággal. A méréseket a -2 szint feletti födém megépültéig, és annak megszilárdulásáig kell folytatni.

Amikor a kitámasztás elkészült, el kell végezni a **földkiemelést a végleges - 13,70 m**-es gödör-fenékszintig, ám a réstáblák mellett a földkiemelés egy **~3,00m** széles szakaszon csak **-12,70m** szintig kell elvégezni, szélén rézsüt kialakítani. Ennek a sávnak a kiemelése a szivárgó ágyazat beépítésével párhuzamosan történjen **~4,00m-es szakaszok**ben, 3 ütemben. Ennek célja a szélsőséges igénybevételek kialakulásának kerülése.

A földfejtéssel párhuzamosan történhet a résfal tisztítása.

A földkiemeléssel párhuzamosan kezdődik a munkagödör víztelenítése. A víztelenítés **két ideiglenes kút**tal történik. A kutak segítségével távolítjuk el a gödörből a résfallal körülzárt vizet, illetve az egyéb megjelenő vizeket. A kutak az építkezés idején végig üzemelnek. A munkagödörbe két ideiglenes víztelenítő kút telepítését lehet elégséges – szakkivitelező állapítja meg. **Két zsomp** kialakítására is szükség van a fenékszint elérését követően, a beszivárgó és csapadékvizek nyíltvíztartással való összegyűjtése, majd a szennyvízhálózatbe továbbítása céljából.

Minthogy az alaplemez részt vesz a felszerkezeti terhek viselésében, a földkiemelés utáni tükör agyagfelszínére jutó vizek elvezetéséről gondoskodni kell, hogy az alaplemez alatti megfelelő ágyazás biztosított legyen. Ezen vizek összegyűjtésére, valamint a munkagödörből történő kiemelésére szintén használhatók a fent említett ideiglenes kutak. A víztelenítő kutakhoz a víz homokos kavics ágyazatba telepített draincső hálózaton keresztül juthat, így biztosítható a munkagödörben esetlegesen összegyűlő vizek elvezetése is.

10. MONITORING RENDSZER, MINŐSÉGELLENŐRZÉS

A kivitelezőnek a munkára külön minőségellenőrzési tervet kell készítenie, ami a Megbízó előzetes jóváhagyása után a minőségbiztosítás alapjául szolgál, és tényszerűen illetve számszerűen meghatározza a teendőket. Az alábbiakban felsorolt lényeges dokumentumokat, érdemes vezetni a megfelelő kontrolling érdekében:

- Építési napló, műszaknapló
- Geodéziai napló (kitűzések, ellenőrzések)
- Résbeton próbatestek törési jkv.-ei , kiértékeléssel
- Zagytechnológia ellenőrző méréseinek folyamatos dokumentálása (időszakos fajsúly , pH érték , viszkozitás mérési adatok stb. szükség szerint)
- Réselési jegyzőkönyvek, résbetonozási diagramok
- Résbeton szállítólevelek
- Résbeton mintavételi jkv.-ek (próbakockák), konzisztencia ellenőrzés (szúrópróbaszerűen építési naplóban elég dokumentálni)
- Résbeton próbatestek törési jkv.-ei , kiértékeléssel
- Résfal betonacél szállítólevelek, műbizonylatok
- Szükség esetén betonacél mintavételi jkv., szakítópróba jkv. és kiértékelés
- Armatúra átvételi ellenőrzésének ténye, átvevő személye
- Vízszintes mozgásmérések naplója
- Fejgerenda beton szállítólevelek

A horgonyok egységesen **7db Fp 139/1860** minőségű feszitő pászmás kábelből állnak . Beépítésük **Φ15 cm**-es furatba történik , **25°**-os ferdeséggel. A fúrást fúróiszap megtámasztás mellett kell végezni , legalább **0,50 m** túlfúrással. A fúrást a résfalarmatúrákon előzetesen elhelyezett horgonyátvezető idomokon keresztül kell elvégezni. A fúrás befejezte után a fúrólyukat **ágyazóhabarcs**sal kell kitölteni , kiszorítva a fúróiszapot , és ebbe kell behelyezni a horgony acéltesteket.

Az ágyazóhabarcs 2-3 napos szilárdulása után el kell kezdeni a horgonyfej injektálását . Az injektálást legalább 3 lépcsőben kell végezni, összesen min. **150 l / fm** anyag bejuttatásával , és az utolsó injektálásnál tartósan el kell érni a minimum **30-40 bár**os zárónyomást . Ha ez nem teljesül , úgy **2-3 nap** múlva újabb injektálási lépcsőt kell beiktatni.

A felhasználandó anyagok receptúrája az alábbi, vagy azzal egyenértékű legyen:

- ágyazó habarcs:
  - 1.000 l víz
  - 1.200 kg 32,5 vagy 42,5 portland cement
  - 20 kg f-2 BENTONIT
  - plasztifikátor
- injektáló habarcs:
  - 1.000 l víz
  - 1.000 kg 32,5 vagy 42,5 portland cement
  - 25 kg F-2 bentonit
  - 30 l Sika RETARDOL, vagy azzal enyenértékű anyag

A horgonyfej **utolsó** injektálása után **5-7 nappal**, és az érintett fejgerenda szakasz megfelelő szilárdulása után meg lehet kezdeni a horgonyok feszítését, a szakkivitelező által készítendő technológiai leírás szerint. Az ellenőrző erőnél a kúszásmérésre nagy gondot kell fordítani. A horgonyok feszítésére külön végrehajtási és mérési-kiértékelési utasítást kell készíteni, az alkalmassági próbák eredményei alapján.

Az összes **horgony acéltest** határteherbírása **~1550 kN**, túlfeszítésnél legfeljebb e feletti **115%-ig** últerhelhető. A feszítésről minden horgonynál jegyzőkönyv készüljön, mely egyben a horgony minősítését és kiértékelését is szolgálja. Ha a horgonyok a szükséges paramétereket nem érik el, újabb injektálással kell a teherbírását növelni , és ismételt feszítési eljárásnak kell alávetni. A horgonyok feszítése után ismét be kell méretni a fejgerendát a fentiekben említett ~20 m – es függélyekben, majd megkezdhető a nagytömegű földmunka.

Szintén ellenőrizni kell a gyámolított résfal **vizszintes mozgás**ait a földmunkával érintett szakaszon a fejtéskor és azután **5 napig legalább naponta**, azután - a mozgás leállta esetén - legalább hetente. A mérést minden oldalon kb. 20 m-enkénti függélyekben legalább a fejgerenda tetejénél, és az alaplemez felső síkja felett 10 cm - tel kell végezni, 1,0 mm-es pontossággal. A méréseket a -2 szint feletti födém megépültéig, és annak megszilárdulásáig kell folytatni.

Amikor a kitámasztás elkészült, el kell végezni a **földkiemelést a végleges -13,70 m**-es gödör-fenékszintig, ám a réstáblák mellett a földkiemelés egy **~3,00m** széles szakaszon csak **-12,70m** szintig kell elvégezni, szélén rézsüt kialakítani. Ennek a sávnak a kiemelése a szivárgó ágyazat beépítésével párhuzamosan történjen **~4,00m-es szakaszok**ben, 3 ütemben. Ennek célja a szélsőséges igénybevételek kialakulásának kerülése.

A földfejtéssel párhuzamosan történhet a résfal tisztítása.

A földkiemeléssel párhuzamosan kezdődik a munkagödör víztelenítése. A víztelenítés **két ideiglenes kút**tal történik. A kutak segítségével távolítjuk el a gödörből a résfallal körülzárt vizet, illetve az egyéb megjelenő vizeket. A kutak az építkezés idején végig üzemelnek. A munkagödörbe két ideiglenes víztelenítő kút telepítését lehet elégséges – szakkivitelező állapítja meg. **Két zsomp** kialakítására is szükség van a fenékszint elérését követően, a beszivárgó és csapadékvizek nyíltvíztartással való összegüjtése, majd a szennyvízhálózatbe továbbítása céljából.

Minthogy az alaplemez részt vesz a felszerkezeti terhek viselésében, a földkiemelés utáni tükör agyagfelszínére jutó vizek elvezetéséről gondoskodni kell, hogy az alaplemez alatti megfelelő ágyazás biztosított legyen. Ezen vizek összegyűjtésére, valamint a munkagödörből történő kiemelésére szintén használhatók a fent említett ideiglenes kutak. A víztelenítő kutakhoz a víz homokos kavics ágyazatba telepített draincső hálózaton keresztül juthat, így biztosítható a munkagödörben esetlegesen összegyűlő vizek elvezetése is.

10. MONITORING RENDSZER, MINŐSÉGELLENŐRZÉS

A kivitelezőnek a munkára külön minőségellenőrzési tervet kell készítenie, ami a Megbízó előzetes jóváhagyása után a minőségbiztosítás alapjául szolgál, és tényszerűen illetve számszerűen meghatározza a teendőket. Az alábbiakban felsorolt lényeges dokumentumokat, érdemes vezetni a megfelelő kontrolling érdekében:

- Építési napló, műszaknapló
- Geodéziai napló (kitűzések, ellenőrzések)
- Résbeton próbatestek törési jkv.-ei , kiértékeléssel
- Zagytechnológia ellenőrző méréseinek folyamatos dokumentálása (időszakos fajsúly , pH érték , viszkozitás mérési adatok stb. szükség szerint)
- Réselési jegyzőkönyvek, résbetonozási diagramok
- Résbeton szállítólevelek
- Résbeton mintavételi jkv.-ek (próbakockák), konzisztencia ellenőrzés (szúrópróbaszerűen építési naplóban elég dokumentálni)
- Résbeton próbatestek törési jkv.-ei , kiértékeléssel
- Résfal betonacél szállítólevelek, műbizonylatok
- Szükség esetén betonacél mintavételi jkv., szakítópróba jkv. és kiértékelés
- Armatúra átvételi ellenőrzésének ténye, átvevő személye
- Vízszintes mozgásmérések naplója
- Fejgerenda beton szállítólevelek

- Fejgerenda beton mintavételi jkv.-ek (próbakockák) , konzisztencia ellenőrzés (szúrópróbaszerűen, építési naplóban elég dokumentálni)
- Fejgerenda beton próbatestek törési jkv.-ei , kiértékeléssel
- Fejgerenda betonacél szállítólevelek, műbizonylatok
- Szükség esetén betonacél mintavételi jkv., szakítópróba jkv. és kiértékelés
- Horgonyok fúrási és injektálási jkv.-ei , diagramjai
- Horgonyok feszítési és kiértékelési jkv.-ei

11. MUNKAVÉDELEM

A mélyépítési munkavégzés során a legszigorúbban be kell tartani és tartatni a vonatkozó országos és ágazati szabványokban és előírásokban foglaltakat, valamint a kivitelező saját munka- és tűzvédelemmel kapcsolatos ügyvezetői utasításaiban előírtakat. A fontosabb vonatkozó előírások az alábbiak:

- 1993 évi XCIII. törvény a munkavédelemről
- 5 / 1993 MÜM rendelet
- 31 / 1994 IKM rendelet
- 32 / 1994 IKM rendelet
- 33 / 1994 IKM rendelet

A munkálatok alatt a korábban végzett hasonló jellegű mélyépítési munkáknál tapasztalt veszélyforrásokon túli kockázattal számolni nem kell.
A munkákat csak állandó művezetői jelenlét mellett, napi építésvezetői ellenőrzéssel, szakképzett mélyépítő szakmunkásokkal szabad végezni.

Budapest

2015. április 25

Márton Attia
V. évfolyamos
nappali tagozatos
mélyépítő építőmérnök
hallgató

Budapest, XIII., Babér u. 13-15.iroda épület, - Munkatér határolás, földkiemelés.
Költségvetés kiírás

t.sz.	tétel	menny.	m.e.	e.ár	összesen
1	**Előkészítés, tervezés**				
1.1	Fel és levonulás				
1.1.1	Réselő géplánc	1	db		
1.1.2	Lőtt beton géplánc	1	db		
1.1.3	Horgonyzó géplánc	1	db		
1.1.4	Egyéb		db		
1.2	Részletes geotechnikai beszámoló készítése, fúrások, szondázások	1	db		
1.3	Geodézia, süllyedés mérések, bemérések	50	alk.		
1.4	Útburkolat folyamatos takarítása	60	alk.		
1.5	Részlettervek készítése	1	db		
1.6	Technológiai tervek készítése	1	db		
1.7	Szomszédos épületek állapotfelérése				
			Összesen:		
2	**80/85 résfal építése**				
2.1	Résvezető építése 20/100cm-es	344,4	fm		
2.2	Résvezető építése 25/70cm-es	51,45	fm		
2.3	Résvezető kitöltése helyi anyagból	168,22	m3		
2.4	80/85 cm-es résfal markolása + zagytechnológia	2910,1	m3		
2.5	Zagyos talaj elszállítása	2910,1	db		
2.6	Résfal btonozása C30/37-XC1/XC1-32-F5	163577	kg		
2.7	Résfal armatúrák és fejgerenda acél szükséglete ~56kg/m3	67	m3		
2.8	Résfej visszavésése	84	m3		
2.9	Fejgerenda betonozása	2275	m2		
2.10	Résfal felületének tisztítása	40	m3		
2.11	Belső oldali résvezető bontása és elszállítása	765	fm		
2.12	Hézagzárás a réstáblák közt (duzzadószalag)	1463	fm		
2.13	Talajhorgonyok készítése 19,00m hosszal	1001	fm		
2.14	Víz alatti talajhorgonyok készítése 13,00m hosszal	154	db		
2.15	Horgonyfejek zárása				
			Összesen:		
3	**Víztelenítés**	2	db		
3.1	Víztelenítő kutak telepítése	2160	db		
3.2	Kutak üzeme a mélyépítés ideje alatt ~90nap				
			Összesen:		
4	**Földmunka és rézsüvédelem**	25	fm		
4.1	Szomszéd udvar vb. kerítés bontása	435	m3		
4.2	Lött, szegezett vb. Hély építése a rézsüfelületen	1050	m3		
4.3	Tükörkialakítás a lemez alatt homokos kavics terítéssel	4347	dbm3		
4.4	Földkiemelés lavír síkig -1,80m	24990	m3		
4.5	Földkiemelés tükörszintig -13,70m	28770	db		
4.6	Elszállítandó földmennyiség				
			Összesen:		
			Mindösszesen nettó:		
			ÁFA (-%)		
			Mindösszesen bruttó:		